ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ГОЛОВНИЙ ПРОЕКТНО-РОЗВІДУВАЛЬНИЙ ТА НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ З МЕЛІОРАТИВНОГО ТА ВОДОГОСПОДАРСЬКОГО БУДІВНИЦТВА"
(ПрАТ "УКРВОДПРОЕКТ")

Індивідуальний регламент скидання надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-накопичувачу б. Свистунова у р. Інгулець у міжвегетаційний період 2021-2022 років

ПРОЕКТ

Голова комісії з припинення **В.Д.Дупляк**

Головний інженер проекту **С.М.Єрлінєков**

Київ, 2021

Наукові керівники та відповідальні виконавці:

Український головний проектно-розвідувальний та науково-дослідний інститут з меліоративного та водогосподарського будівництва (ПрАТ «Укрводпроект») м. Київ

Головний інженер проекту	С.М. Єрлінєков
Головний спеціаліст	В.С.Жилік
Керівник групи	Т.М.Бородавко
Інженер 1 кат.	К.С.Цимбалюк

© ПРАТ "Укрводпроект", 2021 р.
Зі збереженням всіх прав. Повний або частковий передрук та внесення правок без дозволу авторів забороняється.

ЗМІСТ

1. ВСТУП ... 5
2. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ ... 7
3. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО СКИДАННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД ЗІ СТАВКА-НАКОПИЧУВАЧА ... 13
3.1 Положення чинної законодавчої та нормативно-правової бази щодо скидання зворотних вод з ставка-накопичувача ... 14
3.2 Положення чинної законодавчої та нормативно-правової бази щодо уникнення аварійних ситуацій та аварій на ставку-накопичувачу ... 19
4. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ РЕГЛАМЕНТУ СКИДУ ... 23
4.1 Визначення кількості і тривалості етапів скидання та відповідної витрати води у фоновому створі ... 23
4.2 Умови періодичного скидання зворотних вод. ... 24
4.3 Основні співвідношення, що використовуються при розрахунку режиму скидання ... 26
4.4 Методика розрахунку максимально допустимої витрати зворотної води ... 28
4.5 Методика розрахунку кратності розбавлення зворотних вод в контрольному створі ... 31
4.6 Методика розрахунку концентрації речовин в контрольному створі випуску зворотних вод з накопичувача у річку Інгулець ... 34
4.7 Методика розрахунку критичної витрати води, що скидається з Карачунівського водосховища ... 40
4.7.1 Умови зменшення концентрації речовин в контрольному створі при збільшенні витрати води, що скидається з Карачунівського водосховища ... 41
4.7.2 Алгоритм розрахунку критичної витрати ... 42
5. ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ СКИДУ НАДЛИШКІВ ЗВОРОТНИХ ВОД ... 46
6. ОБҐРУНТУВАННЯ НЕМОЖЛИВОСТІ ДОТРИМАННЯ НОРМ ЯКОСТІ ВОДИ У КОНТРОЛЬНОМУ СТВОРІ ... 54
6.1 Оцінка концентрації речовин в контрольному створі під час скидання зворотних вод ... 588
6.2 Оцінка попуску води з Карачунівського водосховища, потрібного для дотримання норм якості води в контрольному створі ... 63
7. ВИХІДНІ ДАНІ ... 67
7.1 Рельєф та кліматичні умови ... 68
7.2 Гідрологічна характеристика річки Інгулець ... 70
7.3 Характеристика об'єкту з якого здійснюється скид ... 82
8. РЕЖИМ СКИДУ НАДЛИШКІВ ЗВОРОТНИХ ВОД ЗІ СТАВКА-НАКОПИЧУВАЧА У БАЛЦІ СВИСТУНОВА ДП «КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ» В РІЧКУ ІНГУЛЕЦЬ ... 97
9. РЕЖИМ ПОПУСКІВ ВОДИ З КАРАЧУНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ДЛЯ РОЗБАВЛЕННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД ... 99
10. РОЗПОДІЛ ПАЙОВОЇ УЧАСТІ ГІРНИЧОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ КРИВБАСУ ПО ПОДАЧІ ВОДИ ДЛЯ РОЗБАВЛЕННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД ПІД ЧАС ЇХ СКИДУ ... 102

11. КОНТРОЛЬНІ СТВОРИ НА Р. ІНГУЛЕЦЬ ТА ВМІСТ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В НИХ........ 103
12. ПОРЯДОК ДІЙ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЗА ДОТРИМАННЯМ ВИМОГ РЕГЛАМЕНТУ 105
13. ВИСНОВКИ........ 108
14. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ТА ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ 110

1. ВСТУП

«Індивідуальний регламент скидання надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-накопичувачу б. Свистунова у р. Інгулець у міжвегетаційний період 2021-2022 років» розроблено по договору № 202123 від 06.08.2021 року. Розробник регламенту - Український головний проектно-розвідувальний та науково-дослідний інститут з меліоративного та водогосподарського будівництва (ПрАТ «Укрводпроект») м. Київ, з залученням ТОВ «Оріон-Україна» м. Київ. Замовник робіт - ТОВ «ІНТЕР-БІЗНЕС КОНСАЛТИНГ».

При розробці індивідуального регламенту були використані звітні матеріали, що були надані Замовником робіт, а також розробки, напрацьовані в рамках розробки «Альтернативної схеми (режиму) акумуляції надлишків зворотних вод у ставку-накопичувачу балки Свистунова та їх скидання в р. Інгулець» та інші розробки попередніх років, а саме :

Державного підприємства міністерства економічного розвитку і торгівлі України «Державний інститут по проектуванню підприємств гірничорудної промисловості «Кривбаспроект» (ДП «ДПІ «Кривбаспроект») м. Кривий Ріг. «Оцінка розміру збитків держави в наслідок зупинки роботи шахт Кривбасу, затоплення рудних покладів та відпрацьованого підземного простору» звіт №18034-2301 на 42 стор., 2018р.;

АТЗТ «Тяжпромавтоматика», м. Харьків. «Оцінка впливу на навколишнє середовище та смт. Широке ставка-накопичувача шахтних вод у б. Свистунова в разі аварійної ситуації з проривом його греблі», звіт №14пр-0710-07 на 68 стор., 2007р.;

Інституту гідробіології НАН України, м. Київ. «Оцінка впливу на довкілля в частині водних організмів для сучасної та альтернативної схеми (режиму) акумуляції надлишків зворотних вод у ставку-накопичувачу балки Свистунова та їх скидання в р. Інгулець», звіт №14/2018 на 86 стор., 2018р.;

ТОВ «Оріон-Україна» м. Київ. «Оцінка впливу ставка-накопичувача шахтних вод на гідрогеологічний та гідрохімічний стан території навколо ставка-накопичувача при діючому режимі акумуляції та скиду шахтних вод та прогноз змін впливу об'єкту на прилеглу територію при застосуванні альтернативної схеми (режиму) акумуляції та скиду надлишків шахтних вод зі ставка-накопичувача», звіт на 61 стор., 2018р.

Даним індивідуальним регламентом передбачений порядок організації та проведення скиду надлишків зворотних вод зі ставка-накопичувача в р. Інгулець, тривалість і витрати скиду зворотних вод, тривалість і витрати попусків води з

Карачунівського водосховища в р. Інгулець для розбавлення зворотних вод під час їх скиду, виконання прогнозних розрахунків вмісту забруднюючих речовин в тимчасових контрольних створах, що встановлюється на р. Інгулець під час здійснення скиду, наведена система організації контролю за дотриманням вимог регламенту.

В міжвегетаційний період 2020-2021років скид надлишків зворотних вод здійснювався згідно вимог «Індивідуального регламенту скидання…» та розпорядження Кабінету Міністрів України від 28.12.2020 року № 1670.

Через затримку прийняття рішення Уряду щодо скиду надлишків зворотних вод у р. Інгулець, термін проведення скиду було скорочено з 135 до 58 діб.. В обмежений термін, з запланованих до скиду 12,17 млн. м^3, фактично в р. Інгулець було відведено 6,32 млн.м^3 надлишків зворотних вод. Після завершення скиду, надлишок зворотних вод в ставку-накопичувачу склав 2,29 млн.м^3. Для розбавлення зворотних вод під час скиду, з Карачунівського водосховища в р. Інгулець, з запланованих 83,41 млн.м^3, фактично було залучено лише 44,56 млн. м^3 води.

Відповідно до розробленого регламенту, з метою уникнення аварій на ставку-накопичувачу шахтних вод в балці Свистунова (об'єкті підвищеної техногенної небезпеки) та недопущення виникнення низки надзвичайних ситуацій та техногенних катастроф пов'язаних з зупинкою і затопленням діючих шахт, відпрацьованого підземного простору, а також значних запасів залізних руд в Кривбасі, у міжвегетаційний період 2021 – 2022 рр. (03 листопада – 15 березня) необхідно здійснити дозований (регульований) скид надлишків зворотних вод у річку Інгулець, в обсязі **10,02** млн.м^3. Для розбавлення зворотних вод під час їх скиду необхідно залучити **68,947** млн.м^3 води з Карачунівського водосховища. В разі більш пізнього початку скиду обсяги скиду зворотних вод та подачі води на розбавлення відповідно з 01 грудня 2021 року відповідно скид становитиме **9,66** млн.м^3, а подача на розбавлення - **65,491** млн.м^3, при початку з 01 січня 2022 року відповідно скид становитиме **9,30** млн.м^3, а подача на розбавлення - **62,208** млн.м^3.

У разі зволікання зі скидом надлишків зворотних вод зі ставка-накопичувача після 1 січня 2022 року можна прогнозувати його переповнення, у любу мить на об'єкті може статися аварія. Задля уникнення аварії на об'єкті підвищеної небезпеки, недопущення припинення режиму гідрозахисту та захисту селитебних територій у Кривбасі необхідно вивільнити ставок-накопичувач у зазначений вище період.

Прогнозні наслідки настання надзвичайної події (аварії) на ставку-накопичувачу та прогноз втрат держави в наслідок припинення відкачки підземних вод в Кривбасі, зупинки роботи шахт з затопленням рудних покладів, наведено в розділі 5.

2. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ

У цьому регламенті терміни вживаються в такому значенні:

аварія – небезпечна подія техногенного характеру, що спричинила ураження, травмування населення або створює на окремій території чи території суб'єкта господарювання загрозу життю або здоров'ю населення та призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи спричиняє наднормативні, аварійні викиди забруднюючих речовин та інший шкідливий вплив на навколишнє природне середовище;

аварія споруди – руйнування споруди, що призводить до повної втрати нею експлуатаційно-технічних властивостей, негативного впливу на здоров'я людей та забруднення навколишнього природного середовища;

аварійна ситуація – стан потенційно небезпечного об'єкта, що характеризується порушенням меж та (чи) умов безпечної експлуатації, але не перейшов в аварію, і за якого всі несприятливі впливи джерел небезпеки на персонал, населення та навколишнє середовище утримується у прийнятних межах за допомогою відповідних технічних засобів, передбачених проектом;

аварійний стан споруди – критичний стан споруди, при якому внаслідок можливості розвитку руйнівних процесів її подальша нормальна експлуатація стає неможливою;

аварія на промислових підприємствах – порушення умов експлуатації промислових підприємств, коли виникає перевищення нормативних меж впливу на персонал підприємства, здоров'я населення та навколишнє природне середовище;

асимілююча спроможність водного об'єкта – здатність водного об'єкта приймати певну масу речовин за одиницю часу без порушення встановлених вимог до якості води в контрольному створі;

витрата води - кількість води, що протікає через живий переріз за одиницю часу;

вода зворотна – вода, що повертається за допомогою технічних споруд і засобів з господарської ланки кругообігу води в його природні ланки у вигляді стічної, шахтної, кар'єрної чи дренажної води;

вода стічна – вода, що утворилася в процесі господарсько-побутової і виробничої діяльності (крім шахтної, кар'єрної і дренажної води), а також відведена з забудованої території, на якій утворилася внаслідок випадання атмосферних опадів;

вода шахтна – вода, яка утворюється в результаті притоку підземних вод у гірничі виробки при видобуванні корисних копалин;

води підземні – води, що знаходяться нижче рівня земної поверхні в товщах гірських порід верхньої частини земної кори в усіх фізичних станах;

води поверхневі – води різних водних об'єктів, що знаходяться на земній поверхні;

водний об'єкт – природний або створений штучно елемент довкілля, в якому зосереджуються води (море, річка, озеро, водосховище, ставок, канал, водоносний горизонт);

водний об'єкт із спеціально встановленими нормами якості води - водний об'єкт з наявністю специфічних особливостей природного складу і властивостей води (підвищеного природного вмісту завислих речовин, мінеральних солей, заліза, алюмінію, міді, фтору та ін.);

водність – характеристика величини річкового стоку за певний проміжок часу відносно до його середньої багаторічної величини;

водокористування – використання вод (водних об'єктів) для задоволення потреб населення, промисловості, сільського господарства, транспорту та інших галузей господарства, включаючи право на забір води, скидання стічних вод та інші види використання вод (водних об'єктів);

водо випускна споруда – гідротехнічний об'єкт або пристрій, призначений для відводу (скидання) зворотних вод у водні об'єкти;

водосховища – штучна водойма місткістю більше 1 млн. кубічних метрів, збудована для створення запасу води та регулювання її стоку;

випускання зворотних вод – відвід зворотних вод у водні об'єкти;

гірнича (гірничодобувна) промисловість - комплекс галузей важкої промисловості з розвідування родовищ корисних копалин, їх видобутку з надр землі та збагачення;

гірничодобувний регіон – відносно відокремлене територіальне зосередження підприємств, які здійснюють видобуток корисних копалин у межах великих геологічних структур або їх частин;

гірничі роботи - комплекс робіт з проведення, кріплення та підтримки гірничих виробок і виймання гірничих порід в умовах порушення природної рівноваги, можливості прояву небезпечних і шкідливих виробничих факторів;

гірниче підприємство - цілісний технічно та організаційно відокремлений майновий комплекс засобів і ресурсів для видобутку корисних копалин, будівництва та експлуатації об'єктів із застосуванням гірничих технологій (шахти, рудники, копальні, кар'єри, розрізи, збагачувальні фабрики тощо);

гірничо-збагачувальний комбінат – багатоцільове підприємство з повним циклом видобування та переробки залізної сировини у металургійну, який у своєму складі має один чи кілька кар'єрів, відвали, дробільно-збагачувальні фабрики та хвостосховища;

граничнодопустима концентрація (далі ГДК) речовини у воді – встановлений рівень концентрації речовини у воді, вище якого вода вважається непридатною для конкретних цілей водокористування;

граничнодопустимий скид (далі ГДС) речовини – маса речовини у зворотній воді, що є максимально допустимою для відведення за встановленим режимом даного пункту водного об'єкта за одиницю часу;

етап режиму скидання – частина процесу періодичного скидання зворотних вод, протягом якої витрата скиду цих вод є постійною;

забруднення вод – надходження до водних об'єктів забруднюючих речовин;

забруднююча речовина – речовина, яка привноситься у водний об'єкт в результаті господарської діяльності людини;

запобігання виникненню надзвичайних ситуацій – комплекс правових, соціально-економічних, політичних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на регулювання техногенної та природної безпеки, проведення оцінки рівнів ризику, завчасне реагування на загрозу виникнення надзвичайної ситуації на основі даних моніторингу, експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій з метою недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків;

зона змішування – ділянка водного об'єкта від випуску зворотної води до контрольного створу;

зона впливу – територія в межах якої негативний вплив об'єкта перевищує нормативні та проектні показники;

катастрофа – велика за масштабами аварія чи інша подія, що призводить до тяжких наслідків;

класифікаційна ознака надзвичайних ситуацій - технічна або інша характеристика небезпечної події, що зумовлює виникнення обстановки, яка визначається як надзвичайна ситуація;

консервація - припинення діяльності гірничого підприємства на невизначений строк з можливістю подальшого поновлення його роботи;

контрольний створ – створ у водному об'єкті, розташований на певній відстані від скиду зворотної води нижче за течією у водотоках або радіусу у водоймах та морях, в якому мають дотримуватись встановлені вимоги щодо якості води;

межі безпечної експлуатації – встановлені проектом значення параметрів технологічного процесу, відхилення від яких може призвести до аварії;

моніторинг вод – система спостережень, збирання, обробки, збереження та аналізу інформації про стан водних об'єктів, прогнозування його змін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття відповідних рішень;

надзвичайна ситуація – обстановка на окремій території чи суб'єкті господарювання на ній або водному об'єкті, яка характеризується порушенням нормальних умов життєдіяльності населення, спричинена катастрофою, аварією, пожежею, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, застосуванням засобів ураження або іншою небезпечною подією, що призвела (може призвести) до виникнення загрози життю або здоров'ю населення, великої кількості загиблих і постраждалих, завдання значних матеріальних збитків, а також до неможливості проживання населення на такій території чи об'єкті, провадження на ній господарської діяльності;

небезпечна подія - подія, у тому числі катастрофа, аварія, пожежа, стихійне лихо, епідемія, епізоотія, епіфітотія, яка за своїми наслідками становить загрозу життю або здоров'ю населення чи призводить до завдання матеріальних збитків;

норми якості води - сукупність встановлених допустимих значень показників складу і властивостей води водних об'єктів;

нормована речовина – речовина (або показник якості води), яка має гранично допустиму концентрацію та входить до переліку речовин, скидання яких із зворотними водами даного підприємства нормується;

об'єкт підвищеної небезпеки – об'єкт, який згідно із законом вважається таким, на якому є реальна загроза виникнення аварії та/або надзвичайної ситуації техногенного чи природного характеру;

оперативне регулювання скиду – зміна водокористувачем витрати зворотної води під час її скидання відповідно до зміни зовнішніх умов;

особливо небезпечні підземні умови - умови в шахтах і рудниках, пов'язані з дією важкопрогнозованих проявів гірничо-геологічних і газодинамічних факторів, що створюють небезпеку для життя та здоров'я їх працівників (виділення та вибухи газу та пилу, раптові викиди, гірничі удари, обвалення, самозаймання гірничих порід, затоплення гірничих виробок тощо);

оцінка безпеки споруди – визначення відповідності споруди вимогам діючих норм і правил проектування, будівництва та експлуатації;

періодичне скидання зворотних вод – скидання зворотних вод, яке здійснюється не безперервно, а в окремі періоди часу, або при якому витрата зворотних вод періодично змінюється у часі;

поверхневий водний об'єкт – природний водний об'єкт, в якому зосереджуються поверхневі води;

потенційно небезпечний об'єкт - об'єкт, на якому можуть використовуватися або виготовляються, переробляються, зберігаються чи транспортуються небезпечні речовини, біологічні препарати, а також інші об'єкти, що за певних обставин можуть створити реальну загрозу виникнення аварії;

правила безпеки – розроблені і затверджені в установленому порядку стандарти, правила, положення, норми та інструкції, що встановлюють контрольні, організаційні, технічні, технологічні, екологічні та інші вимоги щодо забезпечення надійної та безпечної роботи споруд, здійснення заходів з попередження аварійних ситуацій, їх локалізації та ліквідації;

природна фонова якість - якість води, що сформована природними процесами за відсутністю антропогенного навантаження або в умовах тривалого неінтенсивного впливу антропогенних факторів, що важко піддаються регулюванню;

регламент скидання зворотних вод (регламент) – документ, який містить сукупність вимог щодо періодичного скидання зворотних вод у поверхневий водний об’єкт;

режим скидання зворотних вод (режим скидання) – залежність витрати зворотних вод від часу при періодичному скиданні зворотних вод;

рибогосподарський водний об'єкт – водний об'єкт (його частина), що використовується для рибогосподарських цілей;

ризик – ступінь імовірності певної небезпечної події, яка може відбутися в певний час або за певних обставин на території об'єкта підвищеної небезпеки або за його межами;

розрахунковий створ - створ, для якого визначають розрахункові характеристики водного об'єкта (контрольний, фоновий, гідрометричний, гирловий (для річок) та інші створи);

розрахункові умови - сукупність характеристик (гідрографічні, гідрологічні, гідрохімічні та інші характеристики водних об'єктів, характеристики водозаборів, випусків зворотних вод), що приймаються для розрахунку умов скиду зворотних вод та інших видів господарського впливу на водні об'єкти в сучасний період і на перспективу;

розробник регламенту – юридична особа, що здійснює розроблення регламенту періодичного скидання зворотних вод;

регламент скиду зворотних вод – погоджений та затверджений у встановленому порядку документ, що містить сукупність правил періодичного скидання зворотної води у поверхневий водний об'єкт;

ставок-накопичувач – гідротехнічна споруда, яка використовується для накопичення промислових забруднених стічних чи шахтних, кар’єрних, рудникових вод та періодичного скидання цих вод у поверхневі водні об’єкти;

суб'єкт господарської діяльності – юридична або фізична особа, у власності або у користуванні якої є хоча б один об'єкт підвищеної небезпеки;

техногенна безпека - відсутність ризику виникнення аварій та/або катастроф на потенційно небезпечних об'єктах, а також у суб'єктів господарювання, що можуть створити реальну загрозу їх виникнення. Техногенна безпека характери-

зує стан захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Забезпечення техногенної безпеки є особливою (специфічною) функцією захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій;

токсичність зворотної води - це її властивість викликати патологічні зміни або загибель організмів, що зумовлено присутністю в ній токсичних речовин, яка встановлюється методом біотестування;

тривалість скиду – відрізок часу з початку скидання зворотної води до його закінчення;

управління ризиком – процес прийняття рішень і здійснення заходів, спрямованих на забезпечення мінімально можливого ризику;

умови скиду зворотних - сукупність встановлених характеристик витрат, складу і властивостей зворотних вод, режиму і місця їх скиду до водного об'єкта;

хвости – рідкі відходи, що виникають під час збагачування корисних копалин або інших технологічних процесів у різних галузях виробництва;

фоновий створ - створ, розташований на водному об'єкті безпосередньо до місця впливу скидання зворотних вод з урахуванням напрямку течії;

фонова якість води - якість води водного об'єкта, що сформована під впливом природних процесів і всіх джерел надходження домішок, за винятком впливу розглядуваного джерела домішок;

якість води –характеристика складу і властивостей води, яка визначає її придатність для конкретних цілей використання.

3. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО СКИДАННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД ЗІ СТАВКА-НАКОПИЧУВАЧА

Повернення підземних (шахтних) вод, що утворилися в наслідок видобутку залізної руди у Криворізькому басейні, з господарської ланки кругообігу води в природні ланки, здійснюється за допомогою технічних споруд і засобів, штучно створеного ставка-накопичувача шахтних вод у балці Свистунова, шляхом їх скиду у р. Інгулець.

Для випусків зворотних вод з оперативним регулюванням витрат умови скиду зворотних вод встановлюються у формі індивідуальних оперативних регламентів, з урахуванням вимог щодо якості води у водному об'єкті в контрольному створі нижче скиду зворотних вод.

Необхідність розробки щорічного індивідуального регламенту скиду обумовлена періодичним характером скиду надлишків зворотних вод (01 листопада – 15 березня), зміною обсягів скиду в залежності від водогосподарської ситуації на гірничорудних підприємствах, витрат та джерел для розбавлення зворотних вод, фактичної гідрологічної та гідрохімічної ситуації в басейні р. Інгулець.

Враховуючи той факт, що в Україні відсутні, затверджені у встановленому порядку, єдині правила, норми чи інструкції щодо порядку розроблення і затвердження індивідуальних регламентів періодичного скидання зворотних вод у водні об'єкти, дійсний регламент скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу, розроблений з врахуванням вимог і рекомендацій діючої нормативно – правової бази за даним напрямком робіт, а саме:

- Водного Кодексу України (далі ВКУ);
- Кодексу цивільного захисту України;
- Закону України "Про об'єкти підвищеної небезпеки";
- Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища";
- Постанови Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018р. № 758 "Порядок здійснення державного моніторингу вод ";
- Постанови Кабінету Міністрів України від 25 березня 1999р. № 465 "Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами ";
- Постанови Кабінету Міністрів України від 11 вересня 1996р. № 1100 "Про Порядок розроблення і затвердження нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин та перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується ".

3.1 Положення чинної законодавчої та нормативно-правової бази щодо скидання зворотних вод з ставка-накопичувача

Основний законодавчий документ, який регламентує скидання надлишків зворотних вод з накопичувачів є Водний Кодекс України (ВКУ). Аналізуючи статті водного кодексу слід відмітити наступне:

В статті 1 Водного кодексу України (ВКУ) [1] при визначенні терміну "вода зворотна" вказуються 4 види зворотної води - стічна, шахтна, кар'єрна та дренажна, а при визначенні терміну "вода стічна" підкреслюється, що шахтна, кар'єрна та дренажна вода не є стічною. Разом із тим, конкретні умови скидання стічних вод формулюються у статті 70 ВКУ, а конкретні умови скидання шахтних, кар'єрних та рудникових вод у ВКУ фактично не формулюються, хоча стаття 72 ВКУ має назву "Умови скидання шахтних, кар'єрних і рудникових вод у водні об'єкти та повернення супутньо-пластових вод". Це видно із наступної цитати тексту статті 72 ВКУ:

"Підприємства, установи і організації, які відкачують шахтні, кар'єрні та рудникові води для запобігання затоплення шахт, кар'єрів та рудників під час видобування корисних копалин, зобов'язані впроваджувати ефективні технології, що забезпечують зниження рівня їх мінералізації перед скиданням у водні об'єкти, а підприємства, установи та організації, що добувають нафту і газ, повертають супутньо-пластові води нафтогазових родовищ до підземних горизонтів.

Умови скидання цих вод у водні об'єкти та повернення до підземних горизонтів супутньо-пластових вод нафтогазових родовищ встановлюються обласними, Київською, Севастопольською міськими державними адміністраціями, органом виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища."

Проаналізуємо статтю 72 ВКУ. Перша частина статті 72 ВКУ сформульована не конкретно, бо вона містить неконкретну фразу "ефективні технології, що забезпечують зниження рівня мінералізації ". Дійсно, по-перше, неясно, про які саме "технології" тут йде мова: це технології видобування корисних копалин, чи технології очищення шахтних, кар'єрних та рудникових вод, чи якісь інші "технології". Подруге, незрозуміло, в якому випадку зазначені "технології" слід вважати "ефективними". Як відомо, термін "ефективний" визначається як "той, що дає певний ефект, результат". Враховуючи це визначення, можна стверджувати, що фраза "ефективні технології, що забезпечують зниження рівня... мінералізації..." не дає ніякої змістовної інформації, бо само собою зрозуміло, що "технології", які забезпечують зниження рівня мінералізації, є "ефективними" за визначенням останнього терміну.

Відзначимо, що на сьогоднішній день не існує технологій очищення високо мінералізованих шахтних вод, які були би економічно доступними, та забезпечували би таке зниження мінералізації шахтних вод, яке дозволяло би скидати ці води у во-

дні об'єкти без порушення норм якості води водних об'єктів. Разом із тим, можна знизити мінералізацію шахтних вод, розбавляючи їх "більш чистою" водою. Зазначена концепція покладена в основу проекту Плану управління шахтними водами Кривбасу. Після проведення процедури стратегічної екологічної оцінки Плану, проект розпорядження Кабінету Міністрів України по його затвердженню буде поданий на розгляд Уряду.

Відповідно до другої частини статті 72 ВКУ, умови скидання шахтних вод встановлюються обласними чи міськими державними адміністраціями, або органом виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища. Але на яких підставах зазначені вище державні органи мають встановлювати конкретні умови скидання шахтних вод? Про це йде мова у наступній цитаті тексту статті 74 ВКУ:

"Підприємства, установи і організації, що мають накопичувачі промислових забруднених стічних чи шахтних, кар'єрних, рудникових вод, зобов'язані впроваджувати ефективні технології для їх знешкодження і утилізації та здійснювати рекультивацію земель, зайнятих цими накопичувачами.

Скидання цих вод у поверхневі водні об'єкти здійснюється згідно з індивідуальним регламентом, погодженим з обласними, Київською, Севастопольською міськими державними адміністраціями, органом виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища.

Використання технологічних водойм (ставки-охолоджувачі теплових і атомних станцій, рибницькі ставки, ставки-відстійники та інші) повинно проводитись відповідно до норм і правил експлуатації, визначених у технічних проектах, затверджених у встановленому законодавством порядку."

Проаналізуємо першу і другу частини статті 74 ВКУ (третя частина не аналізується, бо вона не має відношення до накопичувачів).

Перша частина статті 74 ВКУ сформульована не конкретно, і ось чому. Щодо "ефективних технологій", про які говориться у першій частині статті 74 ВКУ, то тут можна повторити те, що було сказано вище при аналізі першої частини статті 72 ВКУ. Окрім цього, у першій частині статті 74 ВКУ говориться, зокрема, про "технології для... знешкодження і утилізації" шахтних вод. Ця фраза є неконкретною, бо терміни "технологія знешкодження вод", "технологія утилізації вод", "знешкодження" та "утилізація" можуть трактуватися неоднозначно. Зокрема, термін "утилізація" майже завжди використовується лише у словосполученні "утилізація відходів". Враховуючи це, можна стверджувати, що фраза "утилізація шахтних, кар'єрних чи рудникових вод" є безглуздою, бо зазначені води не містять ніяких відходів. У першій частині статті 74 ВКУ також сказано, що підприємства, які мають накопичувачі забруднених вод, зобов'язані "здійснювати рекультивацію земель, зайнятих цими накопичувачами". Але очевидно, що доки експлуатується накопичувач, виконати цю

вимогу практично неможливо, бо "землі, зайняті накопичувачем", покриті або водою або гідротехнічними спорудами, що утримують воду у накопичувачі. Окрім того, незрозуміло, для чого взагалі треба "здійснювати рекультивацію земель, зайнятих накопичувачем", коли під час його експлуатації ці землі не можуть бути використані ні для чого іншого, окрім експлуатації накопичувача. Може тут мається на увазі рекультивація земель після завершення експлуатації накопичувача? Але про це у статті 74 ВКУ нічого не сказано, що дає природоохоронним органам певні підстави вимагати здійснювати під час експлуатації накопичувача нездійсненну "рекультивацію земель, зайнятих накопичувачем".

Відповідно до другої частини статті 74 ВКУ, скидання шахтних вод у поверхневі водні об'єкти "здійснюється згідно з індивідуальним регламентом, погодженим з обласними, Київською, Севастопольською міськими державними адміністраціями, органом виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища". Відзначимо, що вимога щодо "індивідуального регламенту", яка формулюється у другій частини статті 74 чинного ВКУ, була сформульована ще в першій редакції ВКУ, яка була затверджена у 1995 році. Однак, ні у першій, ні в чинній редакціях ВКУ не вказано, який саме суб'єкт має затверджувати порядок розроблення вказаного вище індивідуального регламенту. І лише Постановою КМУ № 1100 від 11.09.1996р. (зі змінами згідно з Постановою КМУ № 1091 від 13.12.2017 [3, 4] у пункт 12 "Порядку розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти" [4] були внесені зміни, які нарешті прояснили питання щодо затвердження порядку розроблення регламентів періодичного скидання зворотних вод. Процитуємо пункт 12 Порядку [4] у його чинній редакції: "Скидання промислових забруднених стічних, шахтних, кар'єрних, рудникових вод з накопичувачів здійснюється згідно з індивідуальним регламентом, погодженим з обласними, Київською чи Севастопольською міськими держадміністраціями, органом виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища. Нормативно-правове забезпечення такого періодичного водовідведення до водних об'єктів затверджується Мінприроди".

Таким чином, відповідно до пункту 12 Порядку [4], порядок розроблення регламентів періодичного скидання зворотних вод з накопичувачів повинно затверджувати Міністерство екології та природних ресурсів України.

Разом із тим, у теперішній час відсутня затверджена у встановленому порядку інструкція щодо розроблення регламентів періодичного скидання зворотних вод з накопичувачів або інший нормативно-правовий документ, в якому встановлюється порядок розроблення зазначених регламентів.

Тому, починаючи з 1995 року і до теперішнього часу, підприємства, які скидають зворотні води з накопичувачів, як правило, практично не можуть узаконити

свою діяльність. Дійсно, з одного боку, відповідно до другої частини статті 74 ВКУ, зазначені підприємства повинні скидати зворотні води згідно з індивідуальним регламентом, а з іншого боку – державні органи, що мають погоджувати зазначений регламент (вони вказані у другій частині статті 74 ВКУ), як правило, відмовляються це робити, посилаючись на відсутність нормативно-правових документів, в яких встановлюється порядок розроблення регламенту. У деяких випадках вказані вище державні органи пропонують зазначеним підприємствам замість регламенту скидання зворотних вод розробити гранично допустимі скиди (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами відповідно до Методичних рекомендацій [6]. Але це суперечить вимогам другої частини статті 74 ВКУ.

Розглянемо низку положень чинних законодавчих актів та нормативно-правових документів, що стосуються експлуатації накопичувачів та скидання з них шахтних чи стічних вод у водні об'єкти (ці положення треба враховувати при розробленні відповідних індивідуальних регламентів періодичного скидання зворотних вод).

Згідно із визначенням терміну "вода зворотна" (стаття 1 ВКУ), шахтні чи стічні води, що скидаються з накопичувачів у водні об'єкти, є зворотними водами, бо ці води повертаються за допомогою технічних споруд і засобів (водоскидні споруди, насоси, трубопроводи, тощо) з господарської ланки кругообігу води (гірничорудні або інші підприємства, накопичувачі шахтних чи стічних вод) у природні ланки кругообігу води (поверхневі водні об'єкти).

Разом із тим, якщо у водний об'єкт з накопичувача скидаються стічні води, причому це призводить до виникнення аварійних ситуацій та порушення норм якості води у водному об'єкті, то існує можливість здійснювати зазначене скидання на підставі відповідного рішення Кабінету Міністрів України.

Дійсно, згідно із пунктами 10 та 11 статті 14 ВКУ, до відання Кабінету Міністрів України у галузі управління і контролю за використанням і охороною вод та відтворенням водних ресурсів належить "прийняття у разі виникнення аварійних ситуацій рішень про скиди стічних вод з накопичувачів у водні об'єкти, якщо вони призводять до перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у цих об'єктах".

Підкреслимо, що у пункті 10 статті 14 ВКУ мова йде лише про стічні води, хоча існують й інші види зворотних вод, а саме, шахтні, кар'єрні та дренажні води (див. визначення терміну "вода зворотна" у статті 1 ВКУ). У зв'язку з цим виникає таке питання: а якщо при скиданні з накопичувача, наприклад, шахтних вод виникає аварійна ситуація та порушуються норми якості води у водному об'єкті, то чим у цьому випадку шахтні води "гірше" або "краще" стічних вод? На наш погляд, залишається тільки дивуватися тому, що у пункті 10 статті 14 ВКУ законодавець каже не про зворотні, а лише про стічні води. Разом із тим, у накопичувач шахтних вод окрім цих вод можуть подаватися стічні води (якщо існує відповідний договір про прий-

мання стічних вод). Мабуть можна вважати, що в цьому випадку з накопичувача разом із шахтними водами скидаються стічні води. Тому, скоріш за все, у даному випадку виникають певні підстави для застосування пунктів 10 та 11ст. 14 ВКУ.

Згідно із пунктом 11 статті 14 ВКУ, до відання Кабінету Міністрів України у галузі управління і контролю за використанням і охороною вод та відтворенням водних ресурсів належить «організація і координація робіт, пов'язаних з попередженням та ліквідацією наслідків аварій, стихійного лиха, шкідливої дії вод або погіршення якості водних ресурсів». В разі переповнення ставка-накопичувача шахтних вод може виникнути аварія. Організація і координація робіт по її попередженню (запобіганню) належить до відання саме Кабінету Міністрів України.

3.2 Положення чинної законодавчої та нормативно-правової бази щодо уникнення аварійних ситуацій та аварій на ставку-накопичувачу

Для організації дій пов'язаних з запобіганням надзвичайним ситуаціям техногенного та природного характеру на ставку-накопичувачу передбачені чинні нормативні документи, а саме:

- Постанова Кабінету Міністрів України від 24 березня 2004р. № 368 "Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями";

- "Методика ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів", введену Наказом МНС від 23.02.2006 р. № 98;

- "Методика обстеження та паспортизації гідротехнічних споруд систем гідравлічного вилучення та складування промислових відходів і хвостів", затверджену наказом Держкоммістобудування і архітектури від 19 грудня 1995р.;

- Положення про паспортизацію потенційно небезпечних об'єктів, затверджене Наказом МНС України від 18.12.2000 № 338;

- Положення про моніторинг потенційно небезпечних об'єктів, затвердженого наказом МНС України від 06.11.2003 № 425;

- Наказ МВС від 06.08.2018р. № 658 "Про затвердження Класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій";

- ДСТУ 2156-93 "Безпечність промислових підприємств" терміни та визначення. УДК 006:568.345.001.6.

При прийняті рішень про регламентоване (дозоване) скидання надлишків зворотних вод у поверхневі водойми слід керуватись критеріями, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності. Саме до суб'єктів господарювання з високим ступенем ризику відносяться підприємства з видобування, первинного збагачення та переробки руд, яким належать гідротехнічні споруди (хвостосховища, накопичувачі тощо) господарська діяльність на яких може призвести до аварій на об'єктах підвищеної небезпеки.

Прийняття рішення про регламентоване (дозоване) скидання надлишків зворотних вод у поверхневі водойми необхідно обґрунтовувати за такими основними принципами:

- принцип виправданості: зазначений попереджувальний захід повинен бути виправданим, тобто отримана користь для суспільства від відвернутої цим заходом екологічної та економічної шкоди повинна бути більша, ніж сумарний збиток пов'язаний з його проведенням;

- принцип не перевищення: повинні бути застосовані всі можливі заходи для обмеження негативного впливу на рівні, нижчому за поріг припустимих впливів;

- принцип оптимізації: режим регламентованого (дозованого) скидання надлишків зворотних вод (або комбінація декількох контрзаходів, наприклад часткове розбавлення зворотних вод під час їх скиду), його масштаби та тривалість повинні вибиратися таким чином, щоб різниця між сумарною користю та сумарним збитком була не тільки додатною, але і максимальною.

Об'єктивною підставою, яка будується на наведених принципах, є реальна потреба в проведенні випереджального регульованого (дозованого) скиду надлишків зворотних вод, у міжвегетаційний період, в р. Інгулець з метою недопущення переповнення ставка-накопичувача, що, зважаючи на історичний досвід його наповнення, вже призводило до аварійних витоків шахтної води через ложе ставка, припинення відкачки підземних вод в Кривбасі, виникнення аварій і надзвичайних ситуацій на об'єктах підвищеної техногенної небезпеки, зупинки роботи шахт, втрати значних запасів залізних руд та виникнення низки некерованих техногенних катастроф в регіоні (зсуви, провалля, підняття рівня підземних вод, тощо) пов'язаних з затопленням відпрацьованого підземного простору та підземних гірничих виробок. Організація та проведення випереджального заходу (скиду надлишків зворотних вод) здійснюється виключно за кошти гірничорудних підприємств Кривбасу. Після завершення скиду, гірничорудні підприємства забезпечують промивку русла річки Інгулець, що надає можливість перед початком весняно-літного періоду забезпечити необхідну якість води придатну для зрошення та рекреації, яка є кращою ніж та, що була в р.Інгулець перед початком скиду шахтних вод у жовтні –листопаді попереднього року.

За умови відсутності скиду надлишків зворотних вод з ставка-накопичувача в Кривбасі буде припинено відкачку підземних вод. Інших вільних ємностей для акумуляції шахтних вод не існує. Цілком зрозуміло, що на ліквідацію наслідків, пов'язаних з зупинкою відкачки підземних вод в Кривбасі, необхідно буде витратити значно більші фінансові та матеріальні ресурси не лише гірничорудних підприємств а і держави. При цьому, витрати на ліквідацію наслідків потребує значно більших обсягів коштів з різних джерел фінансування і не дають гарантії та підстави для вирішення усіх наявних техногенних та екологічних питань, які притаманні даній проблемі. Тому для суспільства значно більшу користь принесе своєчасна реалізація випереджального заходу зі скиду надлишків зворотних вод з наступною промивкою, ніж ліквідація наслідків аварії на ставку-накопичувачу та наступної зупинки відкачки підземних вод в Кривбасі.

Критерієм віднесення загрози небезпечної події до надзвичайної ситуації є ознаки, що наведені в нормативному документі - «Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій», затверджені наказом МВС України від 06.08.2018 № 658.

Характерні ознаки надзвичайних ситуацій, які передбачені зазначеним документом і можуть виникнути в разі неконтрольованого аварійного скиду надлишків зворотних вод в поверхневі водойми, за умови надмірного переповнення

чи руйнування греблі ставка - накопичувача шахтних вод або зупинки відкачки шахтних вод з затопленням рудних покладів і відпрацьованих пустот підземними водами з відповідними техногенними наслідками наведені нижче:

№ з/п	Опис ознаки (короткий опис ситуації, випадку, події, пригоди, аварії, явища)	Одиниця виміру показника ознаки	Порогове значення показника ознаки	Примітки
1.Надзвичайні ситуації техногенного характеру				
1.28	Хімічне забруднення внаслідок аварії, яке фактично або за прогнозом поширюється за межі об'єкта	Факт	1	
1.37	Наявність у воді (крім питної) забруднюючих та інших небезпечних речовин у концентраціях, що створюють загрозу життю та здоров'ю людей, спричиняють шкоду довкіллю і потребують заходів із екологічного оздоровлення поверхневих вод	Факт	1	
1.60	Утворення проривного паводка	Факт	1	Проривний паводок - хвиля прориву води в результаті гідродинамічної аварії на гідротехнічних спорудах з рівнем її гребеня, що дорівнює або перевищує рівень розрахункового паводка (повені) забезпеченістю 15 - 10 %
2. Надзвичайні ситуації природного характеру				
2.17	Затоплення об'єктів підвищеної небезпеки	Факт	1	Об'єкти підвищеної небезпеки визначаються відповідно до Закону України "Про об'єкти підвищеної небезпеки"

Після встановлення факту віднесення існуючої загрози до загрози надзвичайної ситуації необхідно визначити рівень надзвичайної ситуації. Класифікація надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями здійснюється для забезпечення організації взаємодії центральних і місцевих органів виконавчої влади з метою запобігання надзвичайній ситуації на підставі документа «Порядок класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.03.2004р. № 368».

Залежно від обсягів заподіяних наслідків, технічних і матеріальних ресурсів, необхідних для їх ліквідації, у даному випадку надзвичайна ситуація за певними ознаками може бути класифікована як надзвичайна ситуація державного рівня, що відповідно визначає рівні прийняття рішень та механізми запобігання надзвичайним ситуаціям.

В разі, якщо скид зворотних вод призводять до перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин у водних об'єктах, а їх відсутність призведе до аварії на гідротехнічних спорудах (ставку – накопичувачу високомінералізованих шахтних вод) або спричинить низку надзвичайний ситуацій регіонального масштабу через припинення відкачки шахтних вод з затопленням відпрацьованого простору, а також зумовить значних економічних збитків та соціальних наслідків у зв'язку з зупинкою гірничорудних підприємств з підземного видобутку залізорудної сировини, рішення про їх скидання приймає Кабінет Міністрів України.

Саме кризовий (аварійний) характер скиду та специфічні умови його проведення (тимчасове перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у водному об'єкті) сформували передумови для отримання у відповідності до пунктів 10 та 11 ст.14 ВКУ дозволу Кабінету Міністрів України на здійснення такого скиду на підставі індивідуального регламенту.

Підсумовуючи вище викладене, слід зазначити, що регламентоване (дозоване) скидання надлишків зворотних вод у поверхневі водойми, з тимчасом перевищенням норм гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин у водному об'єкті по пріоритетних компонентах, які притаманні саме високомінералізованим шахтних водах Кривбасу (хлориди, сульфати, мінералізація), може бути виправдано лише в одному випадку, коли їх скидання здійснюється за для уникнення низки аварій і надзвичайних техногенних ситуацій як у Криворізькому гірничодобувному регіоні, так і за його межами та втрати доступу до значних запасів залізних руд, які були розвідані та обліковуються на балансі держави.

4. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ РЕГЛАМЕНТУ СКИДУ

При періодичному скиданні зворотних вод з накопичувача об'єм води у накопичувачі та витрати скиду зворотних вод змінюються. Таким чином скидання зворотних вод протягом року складається із низки *етапів скидання*, на кожному з яких витрата зворотних вод є постійною. В загальному випадку витрата зворотних вод на різних етапах скидання є різною, причому на деяких етапах ця витрата може дорівнювати нулю, тобто на таких етапах зворотні води не скидаються. Режим скидання є заданим, якщо визначені кількість і тривалість етапів скидання та витрата зворотної води на кожному з етапів. Режим скидання розраховується при розробленні регламентів періодичного скидання зворотних вод.

4.1 Визначення кількості і тривалості етапів скидання та відповідної витрати води у фоновому створі

Періодичне скидання зворотних вод з накопичувачів обумовлене суттєвою та періодичною зміною із часом *фонової витрати води* - витрати води у фоновому створі випуску зворотних вод, наповненням накопичувача до критичних відміток та обмеженням скидання у вегетаційний період. Як правило, така динаміка фонової витрати річкової води є характерною для річок з не зарегульованим стоком і вона обумовлена природним розподілом річкового стоку по місяцях року. Але бувають і виключення. У річці Інгулець, стік якої є повністю зарегульованим до греблі Карачунівського водосховища, для розбавлення зворотних вод, що скидаються з накопичувача у балці Свистунова, щорічно у межвегетаційний період року здійснюється регульований попуск води з Карачунівського водосховища, розташованого вище випуску зворотних вод. Саме попусками води із Карачунівського водосховища обумовлені зміни якості води у фоновому створі випуску зворотних вод, що скидаються зі ставка-накопичувача.

Для визначення динаміки фонової витрати води, період скидання тривалістю 1 рік розбивається на низку *фонових етапів* певної тривалості, для кожного з яких задається фонова витрата води. При цьому кількість та тривалість етапів скидання зворотних вод співпадає з кількістю та тривалістю фонових етапів.

Перед розрахунком режиму скидання визначають кількість і тривалість етапів скидання та відповідну фонову витрату води для кожного з етапів, причому спосіб визначення вказаних вище величин не залежить від того, природними чи штучними причинами обумовлена динаміка фонової витрати води.

Асимілююча спроможність річки використовується максимально, коли кожному з етапів скидання відповідає 1 місяць року, кількість m етапів скидання є максимальною ($m = 12$), тривалості етапів τ_1, τ_2, ..., τ_{12} співпадають з тривалістю

відповідних місяців, а фонові витрати води Q_1, Q_2, ..., Q_{12} розраховуються за формулою:

$$Q_i = Q_{фон} \frac{\tau}{\tau_i} \frac{\alpha_i}{100} \quad (i = 1, 2, \ldots, 12), \qquad (1)$$

де $\tau = 365$ діб - період скидання зворотних вод; τ_i та α_i - тривалість i - го етапу скидання та відповідний % об'єму води, яка протікає крізь фоновий створ за 1 рік.

Зважаючи на досвід та рекомендації стосовно мінімізації негативного впливу на оточуюче середовище пропонується виконати скид надлишків зворотних вод з ставка-накопичувача виконати у міжвегетаційний період 2021 - 2022 років.

4.2 Умови періодичного скидання зворотних вод. Формулювання задачі розрахунку режиму скидання

При розрахунку режиму скидання треба враховувати наступні умови.

Умова не переповнення накопичувача:

$$V_{\min} \le V(t) \le V_{\max} \quad (0 \le t \le \tau), \qquad (2)$$

де $V(t)$ - об'єм води у накопичувачі в залежності від часу t; $V_{\min}$ та $V_{\max}$ - мінімальне та максимальне значення об'єму V.

Умова, якій задовольняє період скидання зворотних вод:

$$\tau = \sum_{i=1}^{m} \tau_i = 1 \text{ рік}. \qquad (3)$$

Умова періодичності скидання зворотних вод:

$$V(0) = V(\tau). \qquad (4)$$

Умови обмеженості витрати зворотних вод:

$$0 \le g_i \le g_{\max} \quad (i = 1, 2, \ldots, m), \qquad (5)$$

де g_i - витрата зворотних вод на i - му етапі скидання; $g_{\max}$ - максимальна витрата, яку можна забезпечити при регулюванні витрати зворотних вод.

Витрата $g_{\max}$, яка входить у співвідношення (4.5), вибирається так, щоби виконувалась умова:

$$g_{\max} > G, \qquad (6)$$

де G - різниця між витратою води, яка надходить у накопичувач, та сумарною витратою води, що випаровується з водної поверхні та фільтрується з накопичувача (тут і далі вважається, що витрата G не змінюється протягом року, а якщо це не так, то для розрахунку режиму скидання використовується середньорічне значення витрати G).

Умови дотримання норм якості води в контрольному створі:

$$g_i \le \hat{g}_i \quad (i = 1, 2, \ldots, m), \qquad (7)$$

де $\hat{g}_i$ - максимальна витрата зворотних вод, при якій на i -му етапі скидання дотримуються норми якості води в контрольному створі.

Обговоримо наведені вище умови скидання зворотних вод.

Технічні характеристики водоскидної споруди або пристрою для скидання зворотних вод з накопичувача такі, що зворотні води скидати неможливо, якщо рівень води в накопичувачі менше певного значення, а об'єм цієї води менше відповідного значення $V_{\min}$ (фактично $V_{\min}$ - це об'єм води в накопичувачі при рівні мертвого об'єму). Тому при експлуатації накопичувача може порушитися лише права частина подвійній нерівності (2), причому це порушення відповідає *переповненню накопичувача*. Саме тому умова (2) називається *умовою не переповнення накопичувача*. Як правило, у цій умові $V_{\max}$ - це об'єм води у накопичувачі при нормальному підпірному рівні (НПР), але бувають і виключення. Наприклад, для накопичувача в балці Свистунова об'єм води при НПР складає $V_{НПР}$ = 12 млн. м^3, а максимально допустимий (тимчасово дозволений) об'єм $V_{\max}$ = 7,75 млн. м^3.

Умова (3) означає, що період скидання зворотних вод з накопичувача складає 1 рік, причому скидання зворотних вод протягом року складається із низки етапів скидання.

Якщо умова (4) періодичності скидання зворотних вод не виконується, то з плином років об'єм води у накопичувачі буде або зменшуватися (коли $V(0) > V(\tau)$), або збільшуватися (коли $V(0) < V(\tau)$). Такий режим експлуатації накопичувача у принципі є можливим, але небажаним хоча би тому, що при ньому кожного наступного року треба розраховувати новий режим скидання та погоджувати відповідний новий Регламент. Окрім того, при збільшенні (з плином років) об'єму V може виникнути загроза переповнення накопичувача.

Умови (5) відбивають той факт, що будь-яка водоскидна споруда або пристрій для скидання зворотних вод не можуть забезпечити (з технічних причин) необмежено велику витрату зворотної води.

Якщо умова (6) не виконується, то з урахуванням умови (5) очевидно, що в цьому випадку об'єм V води у накопичувачі буде монотонно збільшуватися, що в кінці кінців призведе до переповнення накопичувача. Саме тому витрата $g_{\max}$ вибирається так, щоби виконувалась умова (6).

При розрахунку режиму скидання максимально допустимі витрати $\hat{g}_1, \hat{g}_2, \ldots, \hat{g}_m$, що входять в умови (7), вважаються заданими. Методика розрахунку максимально допустимої витрати описана у підрозділі 4.4. Якщо якусь із витрат $\hat{g}_i$ розрахувати неможливо (підрозділ 4.4), то відповідна з умов (7) не враховується при розрахунку режиму скидання.

Якщо величини m, τ_1, τ_2, ..., τ_m визначені (підрозділ 4.1), то розрахунок режиму скидання зводиться до розрахунку витрати g_1, g_2, ..., g_m зворотної води на етапах скидання. В цьому випадку задача розрахунку режиму скидання формулюється так: враховуючи умови (2) – (7), необхідно розрахувати витрати g_1, g_2, ..., g_m при заданих значеннях величин m, $\tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_m$, $\hat{g}_1, \hat{g}_2, \ldots, \hat{g}_m$, G, $g_{\max}$, $V_{\min}$, $V_{\max}$.

Зважаючи на вимоги умови (4) для даного об'єкту необхідно застосувати періодичне скидання зворотних вод.

4.3 Основні співвідношення, що використовуються при розрахунку режиму скидання

Записуючи рівняння водного балансу накопичувача для i - го етапу скидання та розв'язуючи це рівняння відносно витрати g_i, одержимо:

$$g_i = G - \frac{x_i}{\tau_i} \quad (i = 1, 2, \ldots, m), \tag{8}$$

де $x_i = V_i - V_{i-1}$ - прирощення об'єму V на i -му етапі скидання; V_{i-1} та V_i - значення об'єму V на початку та наприкінці i -го етапу.

Якщо для всіх етапів скидання величини τ_i є відомими, то розрахувавши величини x_i, можна за формулою (8) розрахувати відповідні витрати g_i. В цьому випадку розрахунок режиму скидання зводиться до розрахунку величин x_i.

Якщо рівність $x_i = V_i - V_{i-1}$ записати для всіх етапів скидання, скласти отримані рівності, та врахувати умову (4), то одержимо:

$$\sum_{i=1}^{m} x_i = 0. \tag{9}$$

Якщо витрати g_i, які задаються співвідношеннями (8), підставити у нерівності (5), (7) та врахувати умови (2), (4), то можна одержати систему нерівностей такого вигляду:

$$\alpha_1 \le x_1 \le \beta_1, \quad \alpha_2 \le x_2 \le \beta_2, \quad \ldots, \quad \alpha_m \le x_m \le \beta_m, \tag{10}$$

де величини α_i, β_i $(i = 1, 2, \ldots, m)$ є заданими функціями величин $\tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_m$, $\hat{g}_1, \hat{g}_2, \ldots, \hat{g}_m$, G, $g_{\max}$, $V_{\min}$, $V_{\max}$.

Якщо останні величини є заданими, то величини α_i, β_i $(i = 1, 2, \ldots, m)$ можна вважати відомими. В цьому випадку для розрахунку режиму скидання необхідно і достатньо знайти будь-який набір величини x_1, x_2, ..., x_m, які задовольняють умовам (9), (10). Якщо такий набір величини x_1, x_2, ..., x_m знайдений, то відповідні витрати g_i, при яких виконуються умови скидання зворотних вод (підрозділ 4.2), розраховуються за формулою (8).

Оскільки умови (10) є нерівностями, існує безліч таких наборів величини x_1, x_2, ..., x_m, які задовольняють умовам (9), (10). Таким чином, режим скидання розраховується неоднозначно. Цю неоднозначність можна усунути, оптимізуючи режим скидання. Але оптимізація режиму скидання, так само, як і розрахунок конкретних значень величин α_i, β_i ($i = 1, 2, \ldots, m$) та знаходження відповідних наборів величин x_1, x_2, ..., x_m, що задовольняють умовам (9) та (10) – це досить складна математична задача, розв'язок якої виходить за рамки даної роботи.

Разом із тим, використовуючи деякі з наведених вище співвідношень, можна одержати інші співвідношення для їх використання при аналізі "досить простих" режимів скидання, наприклад, діючого режиму скидання зворотних вод з накопичувача у річку Інгулець. Одержимо два таких співвідношення.

Розв'язуючи рівняння (8) відносно величини x_i, знаходимо:

$$x_i = G\tau_i - g_i\tau_i \quad (i = 1, 2, \ldots, m). \tag{11}$$

Якщо скласти всі рівності (11) і врахувати умови (3) та (9), то одержимо

$$G\tau = \sum_{i=1}^{m} g_i\tau_i \,. \tag{12}$$

Відзначимо, що співвідношення (12) має досить простий фізичний сенс: відповідно до цього співвідношення, об'єм води, яка надходить у накопичувач протягом року (ліва частина рівності (12)), дорівнює об'єму води, яка протягом року скидається з накопичувача (права частина рівності (12)). Таким чином, співвідношення (12) фактично відбиває річний водний баланс накопичувача.

Якщо обидві частини кожної з нерівностей (7) помножити на τ_i, скласти всі отримані нерівності та врахувати співвідношення (12), то одержимо таку необхідну і достатню умову дотримання норм якості води в контрольному створі на всіх етапах скидання:

$$G\tau \le \sum_{i=1}^{m} \hat{g}_i\tau_i \,. \tag{13}$$

Очевидно, що умову (13) можна записати так:

$$G \le G_{кр}, \tag{14}$$

де $G_{кр}$ - *критична витрата*, яка розраховується за формулою:

$$G_{кр} = (1/\tau)\sum_{i=1}^{m} \hat{g}_i\tau_i \,.$$

Таким чином, норми якості води в контрольному створі дотримуються на всіх етапах скидання тоді, і тільки тоді, коли витрата води, що скидається з накопичувача, не перевищує критичну витрату.

4.4 Методика розрахунку максимально допустимої витрати зворотної води

Максимально допустима витрата зворотної води (*максимально допустима витрата*) – це така максимальна витрата, при якій в контрольному створі випуску зворотних вод дотримуються норми якості води, тобто виконуються умови

$$C_i^{кс} \le C_i^{ГДК} \quad (i = 1, 2, \ldots, N), \qquad (15)$$

де $C_i^{кс}$ та $C_i^{ГДК}$ - максимальна концентрація i-ої нормованої речовини в контрольному створі та ГДК цієї речовини; N - кількість нормованих речовин.

У певних випадках розрахувати максимально допустиму витрату неможливо, бо в цих випадках дотримання або порушення умов (15) не залежить від витрати g зворотної води. Щоби визначити ці випадки, уведемо такі позначення: $C_i^{зв}$ - концентрація i-ої нормованої речовини у зворотній воді; $C_i^{ф}$ - концентрація цієї речовини у фоновому створі.

Існують наступні варіанти співвідношень між величинами $C_i^{зв}$, $C_i^{ф}$, $C_i^{ГДК}$ (нижче розглядаються лише нерівності зі знаками < та >, бо відповідні нерівності зі знаками ≤ та ≥ практично не зустрічаються):

а) $C_i^{зв} < C_i^{ф} < C_i^{ГДК}$, б) $C_i^{зв} < C_i^{ГДК} < C_i^{ф}$, в) $C_i^{ф} < C_i^{зв} < C_i^{ГДК}$,

г) $C_i^{ГДК} < C_i^{ф} < C_i^{зв}$, д) $C_i^{ГДК} < C_i^{зв} < C_i^{ф}$, е) $C_i^{ф} < C_i^{ГДК} < C_i^{зв}$.

Для визначення вказаних вище випадків виконується наступний аналіз.

Для кожної i-ої речовини перевіряється виконання умов:

а) – е) та приймається одне з таких тверджень: "речовину не можна скидати без порушення норм якості води"; "речовину можна скидати з будь-якою витратою"; "для скидання речовини потрібний розрахунок максимально допустимої витрати".

Якщо для i-ої речовини виконується одна з умов а) – в), то для неї виконується умова $C_i^{зв} < C_i^{ГДК}$. Очевидно, що в цьому випадку при будь-якій витраті g, скидання даної речовини не може призвести до порушення норм якості води в контрольному створі. Тому в даному випадку речовину "можна скидати з будь-якою витратою".

Якщо для речовини виконується умова г) або умова д), то для цієї речовини виконуються умови $C_i^{ф} > C_i^{ГДК}$, $C_i^{зв} > C_i^{ГДК}$. Очевидно, що в цьому випадку при будь-якій витраті g виконується умова $C_i^{кс} > C_i^{ГДК}$, тобто норми якості води в контрольному створі порушуються. Тому в даному випадку "речовину не можна скидати без порушення норм якості води".

Якщо ж для речовини виконується умова е) (таку речовину будемо називати *визначальною речовиною*), то "для скидання речовини потрібний розрахунок максимально допустимої витрати".

Із наведеного вище аналізу випливає, що максимально допустиму витрату можна розрахувати лише у випадку, коли серед нормованих речовин є хоча б одна визначальна речовина. При цьому в іншому випадку норми якості води в контрольному створі або порушуються при будь-якій витраті g (якщо хоча би для одної з нормованих речовин виконуються умови $C_i^{ф} > C_i^{ГДК}$, $C_i^{зв} > C_i^{ГДК}$), або скидання зворотних вод з будь-якою витратою g не може призвести до порушення норм якості води в контрольному створі (якщо для всіх нормованих речовин виконується умова $C_i^{зв} < C_i^{ГДК}$).

Виходячи з вище наведено можна зробити висновок:

При скиді зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод Кривбасу не можливо порахувати максимально допустиму витрату зворотних вод, при якій в контрольному створі випуску зворотних вод дотримуються норми якості води.

Якщо задати деяке значення витрати g зворотної води, то за формулами, що наведені в наступному підрозділі 4.5, можна розрахувати відповідне значення кратності розбавлення n зворотної води в контрольному створі, тобто $n(g)$ - задана функція (тут вважаються заданими всі величини, від яких залежить величина n (підрозділі 4.5), окрім витрати g). Оскільки при збільшенні g кратність розбавлення $n(g)$ зменшується , враховуючи умови (15), можна показати, що максимально допустима витрата $\hat{g}$ є розв'язком рівняння:

$$n(g) = n_j, \qquad (16)$$

в якому величина n_j задається формулами:

$$n_j = \max(n_1, n_2, ..., n_S), \qquad (17)$$

$$n_i = \frac{C_i^{зв} - C_i^{ф}}{C_i^{ГДК} - C_i^{ф}} \ (i = 1, 2, ..., S), \qquad (18)$$

де i - номер визначальної речовини; S - кількість визначальних речовин; n_i - *необхідна кратність розбавлення* i*-ої речовини.*

Визначальну речовину, номер якої j задається співвідношенням (17), будемо називати *лімітуючою речовиною*. Відзначимо, що лімітуюча речовина має таку властивість: якщо норми якості води в контрольному створі можуть дотримуватися, причому серед нормованих речовин є хоча би одна визначальна речовина, то зазначені норми якості води дотримуються тоді, і тільки тоді, коли для лімітуючої речовини виконується умова:

$$C_j^{кс} \le C_j^{ГДК}. \qquad (19)$$

Оскільки у рівнянні (16) функція $n(g)$ та значення величини n_j є заданими, це рівняння можна розв'язати будь-яким із відомих чисельних методів розв'язку рівнянь такого вигляду. Нижче описується алгоритм найпростішого із цих методів – алгоритм *методу бісекції*, в якому враховується, що функція $n(g)$ зменшується при збільшенні g, а отже, рівняння (16) має єдиний розв'язок.

Для розв'язку рівняння (16) методом бісекції спочатку задається будь-яке значення $g = g_0 > 0$ (наприклад, можна покласти, що $g_0 = g_m$, де g_m - максимальна витрата, яку можуть забезпечити технічні пристрої для скидання зворотної води).

Якщо $n(g_0) = n_j$, то розв'язок рівняння (16) знайдений, причому $\hat{g} = g_0$, де $\hat{g}$ - корінь рівняння (16). Якщо ж $n(g_0) \ne n_j$, то для знаходження кореня $\hat{g}$ треба спочатку визначити будь-які величини α і β, для яких виконується умова $\alpha < \hat{g} < \beta$. Для цього використовується алгоритм (*метод Свенна*), що складається із низки наступних *розрахункових кроків.*

У випадку, коли $n(g_0) > n_j$, покладаємо $\alpha = g_0$. В цьому випадку на розрахунковому кроці 1 покладаємо $g_1 = 2g_0$. Якщо $n(g_1) < n_j$, то покладаємо $\beta = g_1$ та закінчуємо визначення величин α і β, а в іншому випадку виконуємо крок 2. На кроці 2 покладаємо $g_2 = 2g_1$. Якщо $n(g_2) < n_j$, то покладаємо $\beta = g_2$, та закінчуємо визначення величин α і β, а в іншому випадку виконуємо аналогічний крок 3, і так далі. Такі кроки виконуються доти, поки на деякому k-му кроці не виконається умова $n(g_k) < n_j$. Після цього покладаємо $\beta = g_к$ і закінчуємо визначення величин α, β.

У випадку, коли $n(g_0) < n_j$, покладаємо $\beta = g_0$. В цьому випадку на кроці 1 покладаємо $g_1 = g_0/2$. Якщо $n(g_1) > n_j$, то покладаємо $\alpha = g_1$ та закінчуємо визначення величин α і β, а в іншому випадку виконуємо крок 2. На кроці 2 покладаємо $g_2 = g_1/2$. Якщо $n(g_2) > n_j$, то покладаємо $\alpha = g_2$, та закінчуємо визначення величин α і β, а в іншому випадку виконуємо аналогічний крок 3, і так далі. Такі кроки виконуються доти, поки на деякому k-му кроці не виконається умова $n(g_k) > n_j$. Після цього покладаємо $\alpha = g_к$ і закінчуємо визначення величин α, β.

Після визначення величин α, β знаходиться корінь $\hat{g}$ рівняння (16). Для цього використовується алгоритм (власне *метод бісекції*), що складається із низки наступних кроків.

На кроці 1 покладаємо $a_1 = \alpha$, $b_1 = \beta$, розраховуємо величину $g_1 = (a_1 + b_1)/2$ та перевіряємо виконання умови $|n(g_1) - n_j| \le \varepsilon$, де ε - задана *абсолютна похибка* чисельного розв'язку рівняння (4.16). Якщо ця умова виконується, то покладаємо $\hat{g} = q_1$ і закінчуємо розв'язок рівняння (4.16), а в іншому випадку виконуємо крок 2. Якщо $n(g_1) < n_j$, то на кроці 2 покладаємо $a_2 = a_1$, $b_2 = g_1$, а якщо $n(qg_1) > n_j$, то покладаємо $a_2 = g_1$, $b_2 = b_1$, розраховуємо величину $g_2 = (a_2 + b_2)/2$ та перевіряємо виконання умови $|n(g_2) - n_j| \le \varepsilon$. Якщо ця умова виконується, то покладаємо $\hat{g} = q_2$ і закінчуємо розв'язок рівняння (16), а в іншому випадку виконуємо крок 3, аналогічний кроку 2, і так далі. Такі кроки виконуються доти, поки на деякому k- му кроці не виконається умова $|n(g_k) - n_j| \le \varepsilon$. Після цього покладаємо $\hat{g} = g_k$ і закінчуємо розв'язок рівняння (16).

Якщо $g \le \hat{g}$, то умови (15) виконуються для всіх нормованих речовин. Якщо при цьому $g < \hat{g}$, то для кожної i - ої речовини виконується умова $C_i^{кс} < C_i^{ГДК}$, а якщо $g = \hat{g}$, то ця умова виконується для всіх речовин, окрім лімітуючої речовини, для якої виконується умова $C_j^{кс} = C_j^{ГДК}$. Якщо ж $g > \hat{g}$, то умови (15) не виконуються хоча би для лімітуючої речовини.

4.5 Методика розрахунку кратності розбавлення зворотних вод в контрольному створі

Для розрахунку кратності загального розбавлення зворотної води у максимально забрудненому струмені у контрольному створі водотоку потрібні такі вихідні дані :

- витрата Q води водотоку у фоновому створі випуску зворотної води, м^3/с;
- витрата g зворотної води, м^3/с;
- відстань l (уздовж фарватеру водотоку) між створом випуску зворотної води та контрольним створом, м;
- середня глибина h водотоку на *ділянці змішування* (ділянці від створу випуску зворотної води до контрольного створу), м;
- середня швидкість u плину води на ділянці змішування, м/с;
- коефіцієнт шорсткості $n_ш$ ложа водотоку на ділянці змішування (безрозмірний коефіцієнт $n_ш$ визначається за таблицею М.Ф. Срібного [Справочник по гидравлике / Под ред. В.А. Большакова. – 2-е изд]);
- коефіцієнт шорсткості $n_л$ нижньої поверхні льоду (безрозмірний коефіцієнт $n_л$ визначається за таблицею П.Н. Белоконя [Канализация населенных мест и

промышленных предприятий: Справочник проектировщика М.: Стройиздат, 1981] та задається тільки у випадку, коли зворотна вода скидається під час льодоставу);

- коефіцієнт звивистості φ - відношення відстані l до відстані уздовж прямої між випуском зворотної води та контрольним створом;

- тип випуску зворотної води: *затоплений випуск* (випуск, оголовок якого розташований під поверхнею води) або *випуск з вільною поверхнею води* (лоток, канава, тощо);

- тип розташування випуску зворотної води відносно берега водотоку: для затопленого випуску – *випуск з берега* або *випуск у стрижень*, а для випуску з вільною поверхнею води - *випуск з берега*;

- діаметр d_0 випускного отвору оголовка випуску, м (діаметр d_0 задається тільки для затопленого випуску);

- швидкість v витікання зворотної води з оголовка випуску, м/с (швидкість v задається тільки для випуску з вільною поверхнею води та визначається за результатами вимірювання цієї швидкості при заданій витраті g).

Кратність n загального розбавлення зворотної води у максимально забрудненому струмені контрольного створу водотоку розраховується за наступними формулами:

$$n = n_n n_o, \qquad (20)$$

де n_n та n_o - кратності початкового та основного розбавлень.

Кратність початкового розбавлення n_n розраховується наступним чином.

Спочатку визначається швидкість v (м/с) витікання зворотної води із затопленого випуску або із випуску з вільною поверхнею води.

Якщо випуск затоплений, то:

$$v = \frac{4g}{\pi d_0^{\ 2}},$$

де $\pi = 3{,}1416$ - число “пи”.

Для випуску з вільною поверхнею води величина швидкості v приймається за даними її вимірювання при заданій витраті g та визначається еквівалентний діаметр d_0 відповідного випускного отвору затопленого випуску:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4q}{\pi v}}.$$

У випадку, коли не виконується хоча б одна з умов

$$v > 2\,м/с, \quad v \geq 4\,u, \qquad (21)$$

приймається, що кратність початкового розбавлення $n_n = 1$.

Якщо умови (21) виконуються, то для розрахунку кратності розбавлення n_n спочатку обчислюються величини

$$\Delta v = 0{,}15\,(v-u), \quad m = u/v\,.$$

Далі визначається діаметр d (м) забрудненої плями в граничному створі зони початкового розбавлення:

$$d = \frac{1{,}972\,d_0}{\sqrt{(1-m)\cdot \Delta v^2/1{,}92 + m\cdot \Delta v}}\,.$$

Якщо $d > h$, то приймається, що $d = h$.

Відстань l_n (м) між створом випуску зворотної води та граничним створом зони початкового розбавлення розраховується за формулою:

$$l_n = \frac{d-d_0}{0{,}48\,(1-3{,}12\,m)}\,.$$

Якщо $l > l_n$, то кратність початкового розбавлення n_n розраховується так:

$$n_n = \frac{0{,}248\,\bar{d}^2}{1-m}\left(\sqrt{m^2 + \frac{8{,}1\,(1-m)}{\bar{d}^2}} - m\right), \qquad (22)$$

де $\bar{d} = d/d_0$.

Якщо $l < l_n$, або за формулою (22) виходить, що $n_n < 1$, то приймається, що $n_n = 1$.

Кратність основного розбавлення n_o розраховується за такими формулами:

$$n_o = 1 + \gamma\delta\,, \ \delta = \frac{Q - q(n_n - 1)}{n_n q}, \ \gamma = \frac{1-\exp(-\alpha\sqrt[3]{l})}{1+\delta\exp(-\alpha\sqrt[3]{l})}, \quad \alpha = \varphi\zeta\sqrt[3]{\frac{D}{q}}\,,$$

де ξ=1 для берегового випуску зворотної води; ξ=1,5 для випуску зворотної води у стрижень водотоку.

У випадку, коли зворотна вода скидається при відсутності льодоставу, коефіцієнт турбулентної дифузії D (м^2/с) розраховується так:

$$D = \frac{g_{вп} u h}{37 n_ш C_ш^2}, \qquad (23)$$

де $g_{вп}$ - прискорення вільного падіння ($g_{вп}$= 9,8 м/с^2);

Якщо $h \le 5$ м, то коефіцієнт Шезі $C_ш$ у формулі (23) визначається за формулою:

$$C_ш = \frac{h^\mu}{n_ш}, \quad \mu = 2{,}5\sqrt{n_ш} - 0{,}13 - 0{,}75\sqrt{h}(\sqrt{n_ш} - 0{,}1), \qquad (24)$$

а при $h > 5$ м - за формулою

$$C_ш = 1/n_ш + (21 - 100\cdot n_ш)\cdot \lg h\,. \qquad (25)$$

Якщо зворотна вода скидається під час льодоставу, то величина D розраховується за формулами (23) – (25), в яких величина h замінюється на величину $h_{пр} = 0{,}5h$, а величина $n_ш$ - на величину:

$$n_{пр} = n_ш (1 + \lambda^{1,5})^{0,67},$$

де $\lambda = n_л / n_ш$.

Якщо розрахунок кратності загального розбавлення n за наведеними вище формулами показує, що $n > 1 + Q/g$, то величина n розраховується за формулою:

$$n = 1 + \frac{Q}{g}, \qquad (26)$$

яка відповідає повному змішуванню зворотної води з водою водотоку.

Таким чином, кратність загального розбавлення n не може перевищувати значення, яке задається формулою (26).

Відзначимо, що у випадку, коли $g/Q > 0{,}1$, необхідно розраховувати кратність розбавлення n з використанням методів, що наведені в роботі [Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод]. У цій роботі, окрім описаного вище методу розрахунку величини n, розглядаються *детальні методи*, що засновані на чисельному розв'язку двовимірного рівняння турбулентної дифузії з відповідними граничними умовами.

У випадку коли $g/Q > 0{,}1$ рекомендується використовувати чисельний метод Караушева.

4.6 Методика розрахунку концентрації речовин в контрольному створі випуску зворотних вод з накопичувача у річку Інгулець

Якщо відомі витрата води Q та концентрація $C_ф$ деякої нормованої речовини у фоновому створі В випуску зворотних вод (мал. 4.1), то максимальна концентрація $C_{кс}$ даної речовини в контрольному створі Г розраховується так [Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами]:

$$C_{кс} = \left(C_ф + \frac{C_{зв} - C_ф}{n} \right) \exp(-kL_{кс} / u), \qquad (27)$$

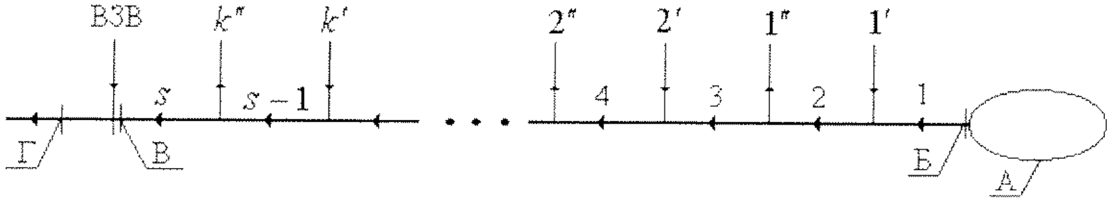
де $C_{зв}$ - задана концентрація даної речовини у зворотних водах, що скидаються з накопичувача;

k - коефіцієнт неконсервативності речовини (для консервативної речовини k=0);

u - швидкість плину води на річковій ділянці від створу випуску зворотних вод до контрольного створу;

$L_{кс}$ - відстань між створом випуску зворотних вод та контрольним створом;
n - кратність загального розбавлення зворотних вод у максимально забрудненому струмені в контрольному створі (кратність розбавлення n залежить від витрати Q та розраховується за методикою, що описана у підрозділі 4.5).

Малюнок 4.1 - Схема ділянки річки Інгулець від Карачунівського водосховища до контрольного створу випуску зворотних вод з накопичувача: А – Кара-



чунівське водосховище; Б – створ випуску води з водосховища; ВЗВ – випуск зворотних вод з накопичувача; В – фоновий створ випуску зворотних вод; Г – контрольний створ випуску зворотних вод; $1', 2', \ldots, k'$ - точкові джерела води і речовин; $1'', 2'', \ldots, k''$ - водозабори з річки; 1, 2, …, s - річкові ділянки, які не містять точкових джерел та стоків води і речовин (*дуги*).

Але величини Q та $C_ф$ не є заданими, бо вони залежать не тільки від витрати води та концентрації розглядуваної речовини у створі Б випуску води з Карачунівського водосховища (мал. 4.1), а й від характеристик точкових джерел та стоків води і даної речовини на ділянці річки Інгулець від створу Б до створу В (під *точковими джерелами* води і речовини тут розуміються випуски зворотних вод від різних підприємств у річку Інгулець та річкові притоки, а під *точковими стоками* – водозабори з річки Інгулець). Тому величини Q та $C_ф$ треба визначати розрахунковим шляхом.

Відзначимо, що за інформацією Замовника даної роботи на ділянці річки Інгулець від створу Б до створу В на сьогодні водозабори відсутні. Але такі водозабори можуть з'явитися у майбутньому, причому їх наявність впливає на значення величин Q та $C_ф$. Тому наявність точкових стоків води і речовин (вони відповідають водозаборам), передбачена на мал. 4.1 та у методиці розрахунку величин Q і $C_ф$, яка описується нижче. Зрозуміло, що ця методика враховує, зокрема, й випадок, коли водозабори відсутні. Опишемо методику розрахунку величин Q та $C_ф$.

Для розрахунку величин Q та $C_ф$ потрібні такі вихідні дані:

- концентрація $C_в$ розглядуваної речовини у створі Б випуску води з Карачунівського водосховища (мал. 4.1), мг/л;

- $g_в$ - витрата води у створі випуску води з Карачунівського водосховища, м^3/с;

- $\widehat{p}$ - кількість точкових джерел води і речовин на річковій ділянці від створу Б до створу В (мал. 4.1);

- $\widehat{g}_1$, $\widehat{g}_1$, ..., $\widehat{g}_{\widehat{p}}$ - витрата води у точкових джерелах води і речовин, м^3/с;

- $\widehat{C}_1$, $\widehat{C}_2$, ..., $\widehat{C}_{\widehat{p}}$ - концентрація розглядуваної речовини у точкових джерелах води і речовин, мг/л;

- $\breve{p}$ - кількість точкових стоків води і речовин на річковій ділянці від створу Б до створу В (мал. 4.1);

- $\breve{g}_1$, $\breve{g}_2$, ..., $\breve{g}_{\breve{p}}$ - витрата води у точкових стоках води і речовин, м^3/с;

- k - коефіцієнт неконсервативності розглядуваної речовини, 1/с (для консервативної речовини $k = 0$);

- s - кількість річкових ділянок, які не містять точкових джерел та стоків води і речовин (мал. 4.1);

- u_1, u_2, ..., u_s - швидкість плину води на річкових ділянках, які не містять точкових джерел та стоків води і речовин, м/с;

- l_1, l_2, ..., l_s - довжина (уздовж фарватеру) річкових ділянок, які не містять точкових джерел та стоків води і речовин, м.

Витрата води Q розраховується за формулою:

$$Q = g_в + \sum_{i=1}^{\widehat{p}} \widehat{g}_i - \sum_{i=1}^{\breve{p}} \breve{g}_i \,. \qquad (28)$$

Для розрахунку концентрації $C_ф$ ділянка річки Інгулець від створу Б до створу В розбивається на *дуги* – річкові ділянки, що не містять точкових джерел та стоків води і речовин (мал. 4.1). Далі під *дугами* розуміються вказані вище річкові ділянки.

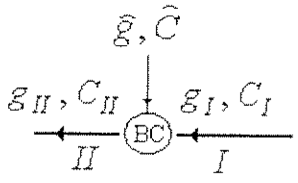
Дуги нумеруються у порядку їх слідування в напрямку плину річкової води (мал. 4.1). Кожна дуга має *вхідний створ* - найвищій (за течією води) створ даної дуги - та *вихідний створ* – найнижчий за течією створ дуги. Якщо концентрація $C_{вх}$ розглядуваної речовини у вхідному створі даної дуги відома, то концентрація $C_{вих}$ у вихідному створі дуги розраховується за формулою [13]

$$C_{вих} = C_{вх} \exp(-kl/u) \,, \qquad (29)$$

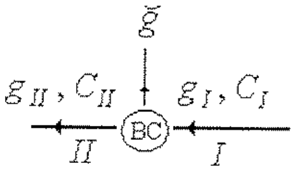
де l - довжина (уздовж фарватеру) даної дуги;

u - швидкість плину води на даній дузі.

Кожному точковому джерелу та стоку води і речовин відповідає вершина спряження. Для точкового джерела води і речовин *вершина спряження* відповідає створу якогось випуску зворотних вод або місцю впадіння якоїсь притоки у річку



а)



б)

Інгулець, а для стоку – створу забору води з річки Інгулець. Види вершин спряження наведені на мал. 4.2. Якщо вершина спряження відповідає точковому джерелу води і речовин (мал. 4.2, а)), то вона характеризується витратою води $\hat{g}$ та концентрацією $\hat{C}$ даної речовини у цьому джерелі. Якщо вершина спряження відповідає стоку води і речовин (рис. 4.2, б)), то вона характеризується лише витратою води $\breve{g}$ у відповідному водозабірному створі. На мал. 4.2 дуга I *входить у вершину спряження*, дуга II *виходить з вершини спряження*, g_I та g_{II} - це витрати води у вихідному створі дуги I та у вхідному створі дуги II, C_I та C_{II} - концентрація розглядуваної речовин у вихідному створі дуги I та у вхідному створі дуги II.

Малюнок 4.2 – Види вершин спряження: ВС – вершина спряження;
I, II – потоки річкової води (дуги I, II);
а) – вершина спряження відповідає точковому джерелу води і речовин;
б) – вершина спряження відповідає точковому стоку води і речовин.

Якщо величини g_I і C_I відомі, то величини g_{II} і C_{II} розраховуються з використанням наступних *умов спряження* [Кресин В.С., Остроумов С.М. Прогнозирование качества воды речных систем с учетом точечных и диффузных источников и стоков воды // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. праць / УКРНДІЕП. Харків: ВД "Райдер", 2008].

Якщо вершина спряження відповідає точковому джерелу води і речовин (мал. 4.2, а)), то:

$$g_{II} = g_I + \hat{g}, \; C_{II} = \frac{g_I C_I + \hat{g}\hat{C}}{g_I + \hat{g}}. \qquad (30)$$

Якщо вершина спряження відповідає точковому стоку води і речовин (мал. 4.2, б)), то:

$$g_{II} = g_I - \breve{g}, \qquad C_{II} = C_I. \qquad (31)$$

Алгоритм розрахунку концентрації $C_ф$ складається з наступних розрахункових кроків [Кресин В.С., Остроумов С.М. Прогнозирование качества воды речных систем с учетом точечных и диффузных источников и стоков воды // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. праць / УКРНДІЕП. Харків: ВД "Райдер", 2008].

Спочатку виконується крок 1, на якому визначаються витрата води та концентрація речовини у вихідному створі дуги 1 (мал. 4.1). При цьому витрата води

та концентрація речовини у вхідному створі дуги 1 відомі: витрата води дорівнює $g_в$, а концентрація речовини дорівнює $C_в$. Витрата води у вихідному створі дуги 1 також дорівнює $g_в$ (бо на дузі 1, як і на будь-якій іншій дузі, відсутні джерела та стоки води), а концентрація речовини $C_{вих}$ у вихідному створі дуги 1 розраховується за формулою (29), в якій $C_{вх} = C_в$.

Потім виконується крок 2, на якому розраховуються витрата води та концентрація речовини у вихідному створі дуги 2. Оскільки витрата води та концентрація речовини у вихідному створі дуги 1 відомі (вони були визначені на попередньому кроці 1), використовуючи одну з умов спряження (30) та (31), розраховуємо витрату води та концентрацію речовини у вхідному створі дуги 2 (рис. 4.1): якщо вершина спряження, з якої виходить дуга 2, відповідає точковому джерелу води і речовин, то використовуються умови спряження (30), а в іншому випадку - умови спряження (31). Тепер витрата води у вихідному створі дуги 2 відома (вона така ж сама, як і у вхідному створі дуги 2), а концентрація речовини у вихідному створі дуги 2 розраховується аналогічно тому, як це було описано вище для дуги 1.

Далі аналогічні кроки виконуються для дуг 3, 4, ..., s, в результаті чого розраховується концентрація речовини у вихідному створі останньої дуги з номером s (мал. 4.1). Очевидно, що ця концентрація співпадає із шуканою концентрацією $C_ф$.

Як зазначено вище, у теперішній час на ділянці річки Інгулець від створу Б до створу В (рис. 4.1) відсутні водозабори, тобто $\tilde{p} = 0$. Якщо при цьому вважати, що швидкість плину води є однаковою для всіх дуг 1, 2, ..., s (мал. 4.1), то описаний вище метод розрахунку концентрації $C_ф$ суттєво спрощується: в цьому випадку концентрацію $C_ф$ можна розрахувати за такою формулою [Кресин В.С., Остроумов С.М. Прогнозирование качества воды речных систем с учетом точечных и диффузных источников и стоков воды // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. праць / УКРНДІЕП. Харків: ВД "Райдер", 2008]:

$$C_ф = \frac{g_в C_в \exp(-kL/u) + \sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i \exp(-kL_i/u)}{g_в + \sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i}, \qquad (32)$$

де L - відстань (уздовж фарватеру) між створами Б і В (мал. 4.1);

L_i - відстань (за фарватером) між i - им точковим джерелом води і речовин та створом

В; u - швидкість плину води на ділянці річки Інгулець від створу Б до створу В (мал. 4.1).

Відзначимо, що в описаній вище методиці розрахунку не враховувалися *дифузні* (розподілені уздовж дуг) джерела та стоки води і речовин. Це обумовлено тим, що для врахування дифузних джерел та стоків необхідно мати результати попередніх регулярних вимірювань концентрації речовин та витрати води у вхідному та вихідному створах усіх дуг, причому такі вимірювання не проводяться на ділянці річки Інгулець від створу Б до створу В (мал. 4.1). Але проведення зазначених вимірювань є можливим, і тому в додатку А описується методика розрахунку, яка враховує дифузні джерела та стоки води і речовин.

Якщо в контрольному створі випуску зворотних вод з накопичувача відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою та при цьому $\breve{p} = 0$ (тобто водозабори відсутні), то використовуючи співвідношення (26), (28), (33), одержимо:

$$C_{кс} = \frac{g_в C_в \exp(-kL/u) + \sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i \exp(-kL_i/u) + gC_{зв} \exp(-kL_{кс}/u)}{g_в + \sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i + g}. \quad (33)$$

Таким чином, при відсутності водозаборів та при повному змішуванні зворотних вод накопичувача з річковою водою використання описаної вище доволі складної методики розрахунку концентрації $C_{кс}$ фактично непотрібно, бо концентрацію $C_{кс}$ можна розрахувати за досить простою формулою (33).

Якщо розглядувана речовина є консервативною ($k = 0$), то із (33) знаходимо:

$$C_{кс} = \frac{g_в C_в + \sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i + gC_{зв}}{g_в + \sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i + g}. \quad (34)$$

Якщо $g_в \to \infty$, то із (28) одержимо $Q \to \infty$. Очевидно, що в цьому випадку $n \to \infty$. Враховуючи це, із (27), (32) знаходимо:

$$\lim C_{кс}(g_в)\big|_{g_в \to \infty} = \tilde{C}_в, \quad \tilde{C}_в = C_в \exp(-kL_\Sigma/u), \quad (35)$$

де L_Σ - відстань (уздовж фарватеру) між створами Б і Г (рис. 4.1).

Із (35) випливає, що при достатньо великій витраті $g_в$ концентрація $C_{кс}$ практично не відрізняється від концентрації $\tilde{C}_в$, причому $\tilde{C}_в \le C_в$.

4.7 Методика розрахунку критичної витрати води, що скидається з Карачунівського водосховища

Як було зазначено під час скидання зворотних вод з накопичувача у річку Інгулець здійснюється скид (попуск) води з Карачунівського водосховища, розташованого на річці Інгулець вище випуску зворотних вод. При цьому зворотні води скидаються з накопичувача у річку Інгулець лише у міжвегетаційний період року (листопад – 15 березня). Відповідно до регламенту періодичного скидання зворотних вод з накопичувача пропонується розробляти виходячи з умови, що при скиданні зворотних вод концентрація всіх нормованих речовин в контрольному створі не повинна перевищувати рекомендовану концентрацію у контрольному створі. Концентрація таких речовин в контрольному створі під час скидання зворотних вод не повинна перевищувати ГДК. Це означає, що для кожної з нормованих речовин повинна виконуватися умова:

$$C_{кс} \le \widetilde{C}, \qquad (36)$$

в якій $C_{кс}$ - концентрація даної речовини в контрольному створі під час скидання зворотних вод, а $\widetilde{C}$ - рекомендована концентрація даної речовини.

Критичною витратою будемо називати таку мінімальну витрату води, що скидається з Карачунівського водосховища, при якій для всіх нормованих речовин виконується умова (36).

Очевидно, що серед величин, від яких залежить концентрація $C_{кс}$ будь-якої нормованої речовини (підрозділ 4.6), під час скидання зворотних вод регулюванню практично піддаються лише витрата g зворотної води, яка скидається з накопичувача, та витрата води $g_в$ у створі випуску води з Карачунівського водосховища. При цьому середня (за час скидання зворотних вод) витрата g є фактично заданою, бо вона розраховується за формулою:

$$g = \frac{V_ш}{\tau_2}, \qquad (37)$$

де $V_ш$ - заданий об'єм шахтної води, яку необхідно скинути з накопичувача; τ_2 - задана тривалість скидання зворотних вод з накопичувача.

Щодо витрати $g_в$, то ця витрата, на відміну від витрати g, може змінюватися.

Таким чином, при розрахунку середньої (за час скидання зворотних вод) концентрації $C_{кс}$ слід вважати постійними всі величин, від яких залежить концентрація $C_{кс}$, окрім витрати $g_в$. При цьому, задавши певне значення витрати $g_в$,

можна розрахувати відповідне значення концентрації $C_{кс}$ за методикою, що описана у підрозділ 4.6. Це означає, що концентрація $C_{кс}$ є заданою функцією витрати $g_в$, тобто $C_{кс} = C_{кс}(g_в)$, де $C_{кс}(g_в)$ - задана функція.

Будемо казати, що функція $C_{кс}(g_в)$ *убуває*, якщо при будь-якому збільшенні величини $g_в$ величина $C_{кс}(g_в)$ зменшується, та *зростає* – якщо $C_{кс}(g_в)$ збільшується. Як показано далі (пункт 4.7.2), перед розрахунком критичної витрати, для кожної з нормованих речовин треба визначити чи убуває відповідна функція $C_{кс}(g_в)$. У зв'язку із цим, розглянемо умови убування функції $C_{кс}(g_в)$.

4.7.1 Умови зменшення концентрації речовин в контрольному створі при збільшенні витрати води, що скидається з Карачунівського водосховища

Очевидно, що функція $C_{кс}(g_в)$ убуває тоді, і тільки тоді, коли виконується умова:

$$\frac{dC_{кс}}{dg_в} < 0 . \qquad (38)$$

Щоби визначити характер зміни функції $C_{кс}(g_в)$ (убуває чи зростає ця функція) спочатку розглянемо випадок, коли в контрольному створі випуску зворотних вод з накопичувача відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою. В цьому випадку функція $C_{кс}(g_в)$ задається формулою (33), в якій змінною є лише витрата $g_в$. Якщо, використовуючи формулу (33), знайти похідну функцію $C_{кс}(g_в)$, підставити цю похідну у (38) та розв'язати одержану нерівність відносно концентрації $C_в$, то отримаємо наступну необхідну і достатню умову убування функції $C_{кс}(g_в)$:

$$C_в < \frac{\sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i \exp(k\bar{L}_i / u) + gC_{зв} \exp(k(L - L_{кс})/u)}{g + \sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i}, \qquad (39)$$

де $\bar{L}_i$ - відстань між i - им точковим джерелом води і речовин та створом Б (рис. 4.1).

Очевидно, що при $k = 0$ права частина нерівності (39) є меншою, чим при $k > 0$. Тому достатня умова убування розглядуваної функції $C_{кс}(g_в)$ записується так:

$$C_в < \frac{\sum_{i=1}^{\bar{p}} \widehat{g}_i \widehat{C}_i + gC_{зв}}{g + \sum_{i=1}^{\bar{p}} \widehat{g}_i}. \qquad (40)$$

Якщо умова (40) виконується, то виконується й умова (39), тобто функція $C_{кс}(g_в)$ убуває.

Тепер розглянемо випадок, коли в контрольному створі випуску зворотних вод з накопичувача не відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою. В цьому випадку для визначення характеру зміни функції $C_{кс}(g_в)$ (убуває чи зростає ця функція) треба розрахувати низку значень даної функції при різних значеннях її аргументу $g_в$, використовуючи при цьому формули (27), (28), (32) та методику розрахунку кратності розбавлення n (підрозділ 4.5). Після цього можна, наприклад, побудувати графік функції $C_{кс}(g_в)$, з якого буде видно, убуває чи зростає ця функція.

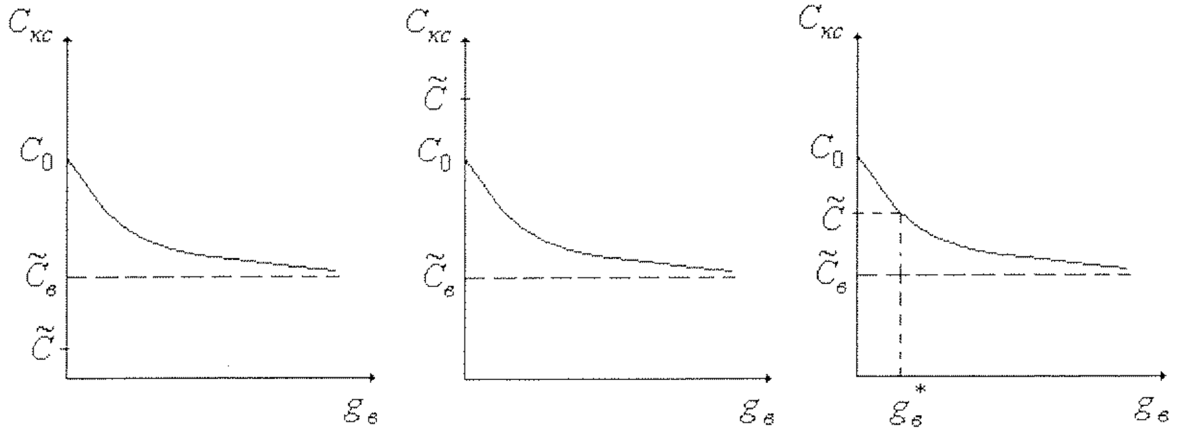
4.7.2 Алгоритм розрахунку критичної витрати

Опишемо алгоритм розрахунку критичної витрати $\ddot{g}_в$ - мінімального значення витрати $g_в$, при якому умова (36) виконується для всіх нормованих речовин.

Окрім уведеного вище позначення $\widetilde{C}_в = C_в \exp(-kL_\Sigma / u)$, уведемо такі позначення: C_0 - значення функції $C_{кс}(g_в)$ при $g_в = 0$; $g_в^*$ - корінь рівняння $C_{кс}(g_в) = \widetilde{C}$ (розрахунок величин $g_в^*$ та C_0 описується далі).

При розрахунку критичної витрати $\ddot{g}_в$ для кожної з нормованих речовин аналізується можливість виконання умови (36) та приймається одне з таких тверджень: “для речовини умова (36) не виконується при будь-якій витраті $g_в$”, “для речовини умова (36) виконується при будь-якій витраті $g_в$”, “для речовини умова (36) виконується при $g_в \le g_в^*$”, “для речовини умова (36) виконується при $g_в \ge g_в^*$”.

Якщо для даної речовини функція $C_{кс}(g_в)$ убуває (мал. 4.3), то зазначений вище аналіз виконується наступним чином.



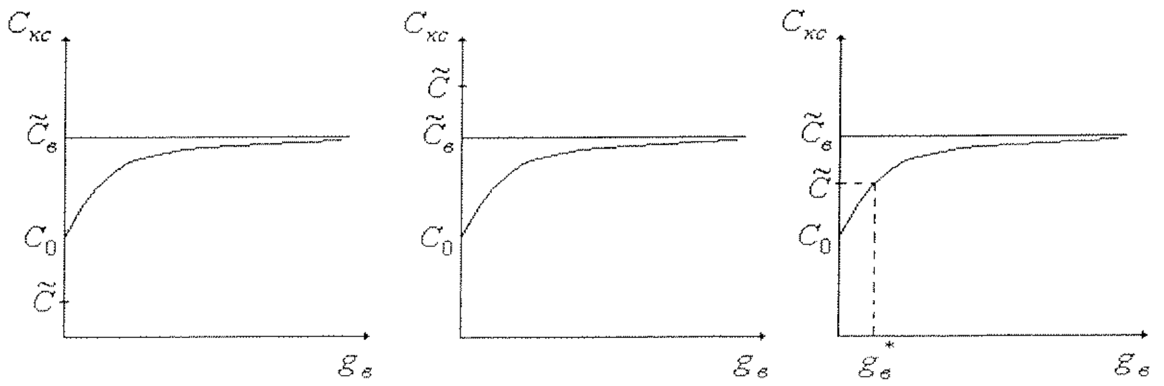
Малюнок 4.3 – Випадок, коли функція $C_{кс}(g_в)$ убуває: а) - $\widetilde{C} < \widetilde{C}_в$; б) - $\widetilde{C} > C_0$; в) - $\widetilde{C}_в < \widetilde{C} < C_0$ (на рисунку враховано, що $C_{кс}(g_в) \to \widetilde{C}_в$ при $g_в \to \infty$)

Якщо $\widetilde{C} < \widetilde{C}_в$, то "для речовини умова (36) не виконується при будь-якій витраті $g_в$" (мал. 4.3, а). Якщо $\widetilde{C} > C_0$, то "для речовини умова (36) виконується при будь-якій витраті $g_в$" (рис. 4.3, б). Якщо $\widetilde{C}_в < \widetilde{C} < C_0$, то "для речовини умова (4.36) виконується при $g_в \ge g_в^*$" (рис. 4.3, в).

Якщо для даної речовини функція $C_{кс}(g_в)$ зростає (мал. 4.4), то зазначений вище аналіз виконується наступним чином.

Якщо $\widetilde{C} < \widetilde{C}_0$, то "для речовини умова (36) не виконується при будь-якій витраті $g_в$" (мал. 4.4, а). Якщо $\widetilde{C} > \widetilde{C}_в$, то "для речовини умова (36) виконується при будь-якій витраті $g_в$" (мал. 4.4, б). Якщо $C_0 < \widetilde{C} < \widetilde{C}_в$, то "для речовини умова (36) виконується при $g_в \le g_в^*$" (рис. 4.4, в).

Якщо описаний вище аналіз показує, що серед нормованих речовин є хоча б одна речовина, для якої "умова (36) не виконується при будь-якій витраті $g_в$", то скидання води з Карачунівського водосховища не дозволяє забезпечити виконання умови (36) для всіх нормованих речовин. В цьому випадку критичну витрату $\ddot{g}_в$ розрахувати неможливо.



Малюнок 4.4 – Випадок, коли функція $C_{кс}(g_в)$ зростає: а) - $\widetilde{C} < \widetilde{C}_0$; б) - $\widetilde{C} > \widetilde{C}_в$; в) - $C_0 < \widetilde{C} < \widetilde{C}_в$ (на рисунку враховано, що $C_{кс}(g_в) \to \widetilde{C}_в$ при $g_в \to \infty$)

Якщо для всіх нормованих речовин "умова (36) виконується при будь-якій витраті $g_в$", то скидання води з Карачунівського водосховища є недоцільним, бо і без цього скидання (при $g_в = 0$) умова (36) виконується для всіх речовин, тобто в даному випадку $\ddot{g}_в = 0$.

В інших випадках критична витрата $\ddot{g}_в$ визначається наступним чином.

Серед витрат $g_в^*$, що відповідають речовинам, для яких "умова (36) виконується при $g_в \le g_в^*$", вибирається найменша витрата (позначимо цю витрату через g_1). Серед витрат $g_в^*$, що відповідають речовинам, для яких "умова (36) виконується при $g_в \ge g_в^*$", вибирається найбільша витрата (позначимо цю витрату через g_2).

Очевидно, що умова (36) виконується для всіх нормованих речовин тоді, і тільки тоді, коли виконується умова

$$g_2 \le g_в \le g_1 . \qquad (41)$$

Якщо $g_1 < g_2$, то умова (41) не виконується ні при якому значенні витрати $g_в$. В цьому випадку критичну витрату $\ddot{g}_в$ розрахувати неможливо, бо скидання води з Карачунівського водосховища не дозволяє забезпечити виконання умови (36) для всіх нормованих речовин.

Якщо $g_1 \ge g_2$, то найменше значення витрати $g_в$, при якому виконується умова (41), є g_2. Таким чином, в цьому випадку маємо $\ddot{g}_в = g_2$.

На цьому розрахунок критичної витрати $\ddot{g}_в$ закінчується.

Як показано вище, перед розрахунком критичної витрати $\ddot{g}_в$, для кожної нормованої речовини треба визначити такі величини: C_0 - значення функції $C_{кс}(g_в)$ при $g_в = 0$; $g_в^*$ - корінь рівняння $C_{кс}(g_в) = \widetilde{C}$. Опишемо розрахунок величин $g_в^*$ та C_0.

Оскільки $C_0 = C_{кс}(0)$, величина C_0 розраховується з використанням методики розрахунку концентрації $C_{кс}$ (підрозділ 4.6).

Якщо в контрольному створі відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою, то із формули (33) при $g_в = 0$ одержимо:

$$C_0 = \frac{\sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i \exp(-kL_i / u) + gC_{зв} \exp(-kL_{кс} / u)}{\sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i + g}.$$

Якщо в контрольному створі не відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою, то величина C_0 розраховується за формулою (27), в якій $C_{кс} = C_0$, а концентрація $C_ф$ визначається за формулою (32) при $g_в = 0$:

$$C_ф = \frac{\sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i \exp(-kL_i / u)}{\sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i}.$$

Корінь $g_в^*$ рівняння

$$C_{кс}(g_в) = \tilde{C} \qquad (42)$$

знаходиться наступним чином.

Якщо в контрольному створі відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою, то функція $C_{кс}(g_в)$ задається формулою (33). Підставляючи (33) у (42) та розв'язуючи отримане рівняння відносно $g_в$, знаходимо корінь $g_в^*$ цього рівняння:

$$g_в^* = \frac{\sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i \exp(-kL_i / u) + gC_{зв} \exp(-kL_{кс} / u) - (\sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i + g)\tilde{C}}{\tilde{C} - C_в \exp(-kL / u)}.$$

Якщо в контрольному створі не відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою, то для знаходження кореню $g_в^*$ рівняння (42) розв'язується чисельним методом бісекції (підрозділ 4.4), в якому функція $C_{кс}(g_в)$ розраховується за методикою, що описана (для даного випадку) у підрозділі 4.6.

5. ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ СКИДУ НАДЛИШКІВ ЗВОРОТНИХ ВОД

Шахтні і кар'єрні води відкачуються на поверхню з метою забезпечення можливості відпрацювання рудних покладів залізних руд. Останні роки діючими гірничорудні підприємства Кривбасу та ті, що працюють в режимі гідрозахисту, щорічно, відкачують на поверхню до 40 млн.м^3 підземних вод (шахтні, кар'єрні), серед яких 16-17 млн.м^3 високомінералізовані шахтні води.

Максимальні можливості по використанню підземних вод у зворотних циклах гірничорудних підприємств Кривбасу граничать на рівні 28-29 млн.м^3 на рік. Решта 11-12 млн. м^3 надлишків зворотних вод щорічно акумулюється і тимчасово утримується в ставку-накопичувачу шахтних вод.

Періодичний дозований (регулюваний) скид надлишків зворотних вод, передбачений загальним проектом відводу, використання та скиду надлишків шахтних вод Кривбасу і має здійснюватися виключно в міжвегетаційний період (листопад - березень) з розбавленням зворотних вод до рекомендованих норм якості води у контрольних створах розташованих нижче місця скиду. Після скиду надлишків зворотних вод впроваджуються заходи з ліквідації наслідків скиду, шляхом виконання промивки русла річки Інгулець.

Ємність ставка-накопичувача не дозволяє прийняти та за акумулювати весь обсяг надлишків зворотних вод в межах рекомендованих рівня та обсягу акумуляції. Саме через переповнення ставка-накопичувача шахтних вод в першу чергу виникає реальна загроза настання надзвичайної ситуації (аварії) на ставку-накопичувачу. Інших вільних ємностей, придатних для тимчасової акумуляції шахтних вод, в Кривбасі не існує.

Основною причиною скиду надлишків зворотних вод зі ставка-накопичувача є недопущення його переповнення. Адже по проекту ставок-накопичувач призначений для тимчасової акумуляції шахтних вод з наступним їх спорожненням у міжвегетаційний період до рівня мертвого обсягу.

Історичний досвід його наповнення вже призводив до аварійних витоків шахтної води через ложе ставка. Аналіз наповнення ставка-накопичувача у попередні роки, засвідчує наступне:

У перші роки після будівництва ставка-накопичувача наповнення відбувалося поетапно, а саме:

- на першому етапі після завершення будівництва у грудні 1975 р. відбулося заповнення мертвого об'єму до відмітки 74.20м з обсягом води - 0,5 млн.м^3;

- на другому етапі з 22 березня 1976 р. до 21 жовтня 1976 р. було подано біля 13,0 млн.м^3 шахтних вод і досягнуто відмітки наповнення 81.60м. Після припи-

нення подачі і по 10 січня 1977 р. (або за 20 діб) ставок повністю спорожнився через ложе водойми.

В наступні роки виконувалися відповідні дослідження, реалізовувалися заходи по запобіганню зосередженій фільтрації та тривало поступове, покрокове наповнення до рекомендованих рівнів. Початкове наповнення після виконання комплексу ремонтних робіт з протифільтраційного підсилення ложа виконувалося до 2,5 млн.м^3. В наступні роки виконувалися спостереження за рівнями ґрунтових вод і збільшувалися обсяги наповнення. Так, покроково обсяги наповнення були доведені майже 8,0 млн.м^3. При цьому, виконувався постійний моніторинг рівнів ґрунтових вод на прилеглій до ставка-накопичувача території.

При заданих обсягах наповнення та після скидів води в осінньо-зимовий період контролювались та аналізувалися рівні води у ставку накопичувачі та п'єзометрах спостережної мережі, а у періоди з низькими рівнями наповнення - стан відкритої частини ложа водойми. На основі багаторічних спостережень був визначений рекомендований рівень наповнення ставка-накопичувача до відмітки 86.00м. При цьому обсяги наповнення становили біля 8,0 млн.м^3. При більшому наповненні значно зростають фільтраційні витрати, про що свідчить досвід наповнення та спрацювання 2016 -2021 роки. У ці роки відбулося подовження терміну стояння високих вод у ставку-накопичувачу, що призвело до перевищення рекомендованого рівня наповнення ставка-накопичувача та значного зростання фільтраційних втрат. Підтвердження цього наведено у розділі 7 у додатку 4.

Продовження такої ситуації може призвести до аварійних порушень ложа водойми. Аналіз водного балансу в останні роки показує на зростання обсягів фільтраційних втрат. Це свідчить про ймовірність утворення на більш високих рівнях наповнення водойми зон зосередженої фільтрації, і як наслідок, у майбутньому, може бути причиною порушення стійкості та цілісності ложа та захисної дамби. Якщо аналізувати гідрогеологічний стан на момент розробки чинного проекту регламенту, можна відмітити, що у ближній зоні до ставка-накопичувача рівні води у п'єзометрах піднялася на 2,0 м у порівнянні з попередніми роками, чого не спостерігалося в останні десятиріччя.

Основним критерієм оцінки перед аварійного стану ставка-накопичувача шахтних вод є відмітки його наповнення. Ситуація з його поведінкою при наповненні вище рекомендованих відміток є досить не визначеною та до кінця не вивченою. Підсумовуючи вищевикладене можна зробити висновки:

1. З метою запобігання аварії на ставку-накопичувачу шахтних вод пропонується виконати дозований скид зворотних вод у міжвегетаційний період 2021 - 2022 рр. згідно регламенту, що забезпечить регулювання якості води у контрольному створі відповідно до рекомендованого вмісту забруднюючих речовин нижче скиду зворотних вод та дозволить звільнити водойму до рівня мертвого об'єму.

2. В разі продовження його наповнення вище рекомендованих відміток може виникнути аварія в його ложі та греблі що огороджує. В результаті може відбутися залповий скид високомінералізованих шахтних вод, що призведе до порушення екологічної рівноваги на значних територіях, спричинить значні збитки та зупинки відкачки шахтних вод на період ліквідації аварії.

3. Припинення акумуляції шахтних вод у ставку-накопичувачу може призвести до зупинки відкачки шахтних вод та роботи шахт. Як альтернатива, на період ліквідації аварії, шахтна вода буде напряму скидатися в рр. Саксагань та Інгулець та при технічній можливості – подаватися у зворотні цикли гірничорудних підприємств, при умові наявності вільних ємностей.

В роботі [15] розглянуті аварійні ситуації, найбільш характерні для промислових ставків-накопичувачів, які являють найбільшу небезпеку для навколишнього середовища. Аварії на таких об'єктах пов'язані з порушенням стійкості підпірних споруд, які супроводжуються виливом шахтних вод на значні території. Аварія на ставку-накопичувачу шахтних вод в балці Свистунова класифікується, як аварія першої категорії. Ймовірність настання такої події на ставку-накопичувачу визначається надзвичайними обставинами, а саме диверсією, стихійним лихом, переповненням ставка-накопичувача або збігом декілька обставин.

Процес аварії на ставку-накопичувачу можливо розділити на два етапи. На першому етапі відбувається порушення тіла греблі, на другому - рух потоку по прилеглій до ставка-накопичувача місцевості. Характеристика потоку виливу та прогнозні параметри зони затоплення розраховані для трьох незалежних варіантів наповнення ставка-накопичувача до відміток 84,70; 86,20; 88,30м.

Згідно проведених розрахунків, в разі порушення греблі, термін виливу шахтних вод з ставка-накопичувача складатиме від 7,11 до 10,18 годин, в залежності від заповнення ставка-накопичувача. За цей час зі ставка-накопичувача витече від 6 до 12 млн.м^3 високомінералізованих шахтних вод. В разі порушення греблі, потік від ставка-накопичувача по тальвегу балки Широка буде спрямований в бік смт. Широке і далі в р. Інгулець. Подальший рух потоку, який витече з ставка-накопичувача буде здійснюватися водним шляхом, утворюючи значно більшу зону впливу аварії, ніж зона затоплення. В місці впадіння потік роздвоюється, більша частина потоку буде спрямована вниз по течії р. Інгулець, решта потоку підтопить заплаву річки в межах смт. Широке.

В зоні затоплення (близько 40 га) об'єктами безпосереднього впливу будуть поверхневі води р. Інгулець та 820 будівель в смт. Широке, які можуть бути пошкоджені в результаті витоку з ставка-накопичувача.

Потрапляння потоку високомінералізованих шахтних вод в річку Інгулець призведе до забруднення води починаючи з смт. Широке до гирла річки. Таким

чином зона впливу від аварії на ставку-накопичувачу буде збільшена на 278км вздовж русла р. Інгулець.

Моделювання процесу забруднення р. Інгулець надало можливості визначити динаміку переміщення забруднених мас води та спрогнозувати максимальні концентрації вмісту забруднюючих речовин в річній воді. Результати моделювання довели, що тривалість аварійного витоку шахтних вод з ставка-накопичувача не впливає на процес формування максимальних концентрацій забруднюючих речовин у водному об'єкті. Значення максимальних концентрацій забруднюючих речовин (мінералізація, хлориди, сульфати) поступово зменшуються від місця витоки до гирла, однак їх значення, у всіх контрольних створах, значно перевищують санітарно-гігієнічні, комунально-побутові та рибогосподарські нормативи якості води.

Навпаки, термін проходження зони забруднених водних мас, через контрольні створи, залежить від тривалості аварійного витоку. З початку аварійного витоку в річку Інгулець, лише за 18 діб хвіст зони забруднення водних мас досягне гирла річки. За таких умов, в зоні впливу аварії, тимчасово буде неможливий водозабір води для зрошення, рекреація тощо.

З метою локалізації та ліквідації наслідків аварії на ставку-накопичувачу необхідно буде реалізувати комплекс заходів організаційного, захисного та охоронного характеру. Головним із числа рекомендованих захисних заходів є організація попуску води з Карачунівського гідровузла для промивки русла р. Інгулець після проходження аварійного витоку по руслу річки.

В результаті аварії на ставку-накопичувачу основні збитки будуть пов'язані з порушенням роботи водогосподарського комплексу р. Інгулець, організацією тимчасових схем альтернативного водопостачання населення, промислових та сільськогосподарських підприємств, а також з витратами на відновлення будівель та об'єктів техногенного середовища в зони затоплення та зоні впливу аварії.

Незворотним може бути вплив аварії та витоки високомінералізованих шахтних вод в р. Інгулець на стан водної екосистеми річки в її середній і нижній течії. Аварія може призвести до масової загибелі риби, порушенню місць її вигулу та нересту, погіршенню кормової бази. Таким чином, цілком закономірно можна стверджувати, що аварія на ставку-накопичувачу призведе до значних екологічних та економічних наслідків.

Водночас слід зазначити, що при дотриманні рекомендованого рівня наповнення ставка-накопичувача та недопущенні його переповнення в цілому, ймовірність настання аварії першої категорії на об'єкті менша 0,02%.

Внаслідок переповнення або аварії на об'єкті буде припинено прийом надлишків шахтних вод в ставок - накопичувач та відповідно виникне низка аварій на насосних станціях і трубопроводах загальної системи перекачки шахтних вод, а

також шахтних водовідливах. За таких умов, в Кривбасі виникає ризик припинення відкачки підземних вод, і як наслідок зупинки роботи гірничорудних підприємств з підземного видобутку залізорудної сировини.

В разі зупинки відкачки підземних вод в Кривбасі створюються умови для виникнення низки некерованих техногенних катастроф пов'язаних з зупинкою та затопленням діючих шахт, з регіональним підняттям рівня високомінералізованих підземних вод, забрудненням верхніх водоносних горизонтів і поверхневих водоймищ, з масштабними зсувами порушених порід та земної поверхні. Виникнення такої надзвичайної ситуації призведе до порушення екологічної рівноваги на значній території та спричинить загрозу різним важливим сферам господарської діяльності та суспільного життя не лише у Кривбасі, а і за його межами.

В роботі [16] розраховані та отримані наступні висновки:

1. За тривалий період промислового освоєння надр в Кривбасі істотно порушений природний гідравлічний режим підземних вод, в результаті чого сформувалася загальна депресійна воронка завдовжки близько 40 км, завширшки 10-12 км та глибиною до 1,5 км. Припинення відкачки підземних вод навіть на одній із шахт призводить до затоплення суміжних шахт та зміни гідравлічного режиму в регіоні.

Потенційно небезпечними об`єктами при аварійному затопленні шахт водою є безпосередньо їх гірничі відводи, площа яких для умов Кривбасу складає майже 5,0 тис. га, в яких проведено вилучення рудних тіл і утворені зони зсувів.

При затоплені шахт, зони зсувів земної поверхні, включаючи зони воронок і провалів (площа порушених земель від ведення гірничих робіт підземним способом в межах міста Кривий Ріг складає 1173,9га), буде розширена в 2,5-3 рази за рахунок насичення водою та послаблення стійкості масиву порушених земель та вміщуючих порід, а також зменшення кутів зсувів та розривів.

Припинення відкачки підземних вод на всіх шахтах Кривбасу неминуче призведе до підняття рівня підземних вод, затоплення відпрацьованого простору та підземних порожнин, що становлять майже 16,0 млн. м^3, які утворилися внаслідок тривалого видобутку залізних руд, непрогнозованого у часі розширення зон зсувів земної поверхні затоплених шахт, підтопленню земної поверхні та витоку високомінералізованих шахтних вод безпосередньо у річки Саксагань та Інгулець, що спричинить техногенно-екологічну катастрофу регіонального масштабу.

У результаті в чотирьох районах міста Кривий Ріг (Центрально-Міському, Саксаганському, Покровському та Тернівському) буде порушено умови безпечного існування населення, інфраструктуру та комунікації, які забезпечують їх життєдіяльність, підтоплені щонайменше 1173,9 га міських територій, кладовище «Західне» та «Покровське», селище Карнаватка, землі Криворізького лісгоспу,

державний заповідник балка «Північна Червона» та порушено залізничні колії «Укрзалізниці» П'ятихатської дистанції шляху.

Спрогнозувати та оцінити витрати на ліквідацію наслідків настання техногенно-екологічної катастрофи у Кривбасі, за відсутності відповідних методик оцінки, досить складно.

З підняттям рівня підземних вод та дренуванням високомінералізованих підземних вод в річки Саксагань та Інгулець забруднення буде поширено нижче по течії. За таких умов буде порушена екологічна рівновага не лише в Кривбасі, а і за його межами, в Дніпропетровській, Херсонській та Миколаївській областях, які розташовані нижче по течії р. Інгулець. В такому випадку надзвичайна подія набере міжрегіонального, а точніше, державного масштабу.

2. Зупинка роботи шахт Кривбасу завдасть значних економічних збитків для регіону і держави в цілому. Припинення відкачки підземних вод у Кривбасі призведе до втрати державою можливості експлуатації одного з найбільших родовищ залізних руд у світі.

В результаті держава втратить експортні можливості, обвалить внутрішній ринок залізорудної сировини та відкриє шляхи для імпорту залізорудної сировини в Україну.

В наслідок зупинки відкачки підземних вод в Кривбасі буде затоплено 1 105 342 тис. т багатих залізних руд та 4 614 655 тис. т неокислених залізистих кварцитів.

Загальна орієнтовна вартість невідпрацьованих запасів залізних руд в Кривбасі, які буде затоплено в разі припинення відкачки підземних вод, в перерахунку на товарну продукцію становитиме 5 440,61 млрд. грн.

В разі зупинки роботи шахт Кривбасу прогнозний розмір щорічних втрат податків у Держбюджет оцінюється в 2 096,29 млн. грн.

Також, держава втратить щонайменше 114,25 млн. грн. інших періодичних надходжень до бюджету, пов'язаних з роботами з експертизи звітів геолого-економічних оцінок родовищ та коригувань спеціальних дозволів на користування надрами.

Крім того, виключно державні підприємства, які надають гірничорудним підприємствам Кривбасу послуги з транспортування, акумуляції, скиду шахтних вод та подачі води для розбавлення і промивки річки, щорічно не дорахуються близько 131,01 млн. грн.

При припиненні виробничої діяльності підприємств Кривбасу з підземним видобутком руди, міжбанківський ринок щорічно недорахується продажу валюти щонайменше на 116 млн. $.

В результаті зупинки роботи шахт Кривбасу буде втрачено щонайменше 13690 робочих місць.

Орієнтовно, загальні витрати держави, пов'язані з соціально-економічним захистом вивільнених працівників, складатимуть 822,90 млн. грн.

Близько 3000 суміжних підприємств та організацій в Україні, які надають послуги та матеріали шахтам Кривбасу, втратять замовлення та вимушені будуть скоротити обсяги виробництва і послуг та в решті решт закритися.

За таких умов, окрім техногенно-екологічної катастрофи в Кривбасі, виникне низка соціальних проблем, наслідки яких також важко оцінити в повному масштабі.

Таким чином, внаслідок зупинки роботи шахт Кривбасу та їх затоплення прогнозний оціночний розмір сумарних збитків держави в перший рік складатиме **3 164,44** млн. грн.

Довгостроковий прогнозний розмір сумарних збитків держави внаслідок зупинки роботи шахт Кривбасу та їх затоплення з урахуванням перспективи відпрацювання балансових запасів оцінюється в **128 402,59** млн. грн.

3. В разі зупинки роботи шахт та впровадження державою режиму гідрозахисту в Кривбасі, витрати держави лише на першочергові заходи складатимуть 3 688,40 млн. грн. Орієнтовні щорічні поточні витрати держави на підтримання 10 шахт Кривбасу в режимі гідрозахисту (робота водовідливних, вентиляторних та підйомних установок, ремонт гірничих виробок, утримання персоналу) оцінюються в 984,86 млн. грн.

Крім цього, виключно прерогативою держави, стане вирішення питання транспортування, тимчасової акумуляції та скидання до водного об'єкту надлишку шахтних вод Кривбасу, яке на сьогодні оцінюється в 141,36 млн. грн. на рік.

Таким чином, прогнозні сумарні витрати держави по впровадженню режиму гідрозахисту в Кривбасі складатимуть **5 768,53** млн. грн., серед яких витрати на:

–першочергові заходи по переводу шахт Кривбасу в режим гідрозахисту в розмірі 3 688,40 млн. грн.;

–поточні витрати на підтримання шахт Кривбасу в режимі гідрозахисту в розмірі 1 257,23 млн. грн. на рік;

–соціально-економічний захист вивільнених працівників в розмірі 822,90 млн. грн.

З метою недопущення виникнення низки надзвичайних ситуацій і техногенних катастроф, як у Кривбасі, так і за його межами, пов'язаних з відкачкою, використанням та тимчасовою акумуляцією значної кількості підземних вод, виникає необхідність у щорічному впровадженні заходів зі скиду надлишків зворотних вод в р. Інгулець. Нажаль іншого, більш безпечного способу поводження з надлишками зворотних (шахтних вод), поки що не існує.

Такий вид діяльності за певних умов є потенційно небезпечним для довкілля, оскільки при періодичному скиданні високомінералізованих надлишків зворотних вод неможливо дотриматися діючих норм якості води для поверхневих вод. Але,

попре все, він є виправданим заходом, тому що виконується виключно з метою недопущення виникнення більш серйозних та масштабних наслідків техногенного, екологічного, економічного та соціального характеру.

При прийняті рішень про регламентоване (дозоване) скидання надлишків зворотних вод у поверхневі водойми слід керуватись критеріями, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності. Саме до суб'єктів господарювання з високим ступенем ризику відносяться підприємства з видобування, первинного збагачення та переробки руд, яким належать гідротехнічні споруди (хвостосховища, накопичувачі тощо) господарська діяльність на яких може призвести до аварій на об'єктах підвищеної небезпеки. Одним з таких об'єктів і є ставок-накопичувач шахтних вод.

Об'єктивною підставою, яка будується на наведених принципах, є реальна потреба в проведенні випереджального регульованого (дозованого) скиду надлишків зворотних вод в річку Інгулець, саме у міжвегетаційний період, з метою недопущення переповнення ставка-накопичувача, за для недопущення припинення відкачки підземних вод у Кривбасі, а також виникнення аварій і надзвичайних ситуацій на об'єктах підвищеної техногенної небезпеки, зупинки роботи шахт, втрати значних запасів залізних руд та виникнення низки некерованих техногенних катастроф в регіоні (зсуви, провалля, підняття рівня підземних вод, тощо) пов'язаних з затопленням відпрацьованого простору та підземних гірничих виробок. Організація та проведення випереджального заходу (скиду надлишків зворотних вод) здійснюється виключно за кошти гірничорудних підприємств Кривбасу. Після завершення скиду, гірничорудні підприємства фінансують промивку русла річки Інгулець, що забезпечить витіснення високомінералізованої води за межі русла річки Інгулець та надасть можливість у весняно-літній період забезпечити належну якість води в нижній течії р. Інгулець придатну для зрошення та рекреації.

Тому для держави та суспільства значно більшу користь принесе своєчасна реалізація випереджального заходу зі скиду надлишків зворотних вод за діючою схемою, ніж наступна ліквідація наслідків аварії на ставку-накопичувачу, припинення відкачки підземних вод в Кривбасі та втрат від зупинки гірничорудних підприємств з підземного видобутку залізних руд .

Зважаючи на те, що скид зворотних вод призводять до перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин у водних об'єктах, а їх недопущення може призвести до аварії на гідротехнічних спорудах (ставку – накопичувачу шахтних вод) або спричинить низку надзвичайний ситуацій регіонального масштабу через припинення відкачки шахтних вод з затопленням відпрацьованого простору та призведе до значних економічних збитків та соціальних наслідків у зв'язку з зупинкою гірничорудних підприємств з підземного видобутку залізорудної сировини, рішення про їх скид приймає Кабінет Міністрів України.

6. ОБҐРУНТУВАННЯ НЕМОЖЛИВОСТІ ДОТРИМАННЯ НОРМ ЯКОСТІ ВОДИ У КОНТРОЛЬНОМУ СТВОРІ

Окремого розгляду потребує питання щодо необхідності встановлення нормативів гранично допустимого скидання (ГДС) забруднюючих речовин при скиданні зворотних вод з накопичувачів. Якщо з накопичувача скидаються стічні води, то зазначене питання фактично не виникає, бо у частині 1 статті 70 ВКУ вказано, що скидання стічних вод у водні об'єкти допускається лише за умови наявності встановлених нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин. Але, якщо з накопичувача скидаються зворотні води інших видів, наприклад, шахтні води, то ВКУ фактично не дає однозначної відповіді на вказане вище питання. По-перше, як зазначено вище, конкретні умови скидання шахтних, кар'єрних та рудникових вод у ВКУ фактично не формулюються. По-друге, частина 1 статті 41 ВКУ, в якій мова йде про скидання у водні об'єкти речовин, для яких не встановлено нормативи ГДС, фактично забороняє скидання таких речовин лише у випадку, коли для них, окрім нормативів ГДС, не встановлено нормативи екологічної безпеки водокористування. Для підтвердження цього процитуємо частину 1 ст. 41 ВКУ: *«Скидання у водні об'єкти речовин, для яких не встановлено нормативи екологічної безпеки водокористування та нормативи гранично допустимого скидання, забороняється»*. Відповідно до цієї цитати, для вказаної заборони потрібна наявність двох факторів: відсутність нормативів екологічної безпеки водокористування та відсутність нормативів ГДС. Якщо б у даній цитаті замість "та" було би написано "та/або", то тоді для вказаної заборони потрібна наявність хоча б одного із зазначених вище двох факторів. Але у вказаній цитаті написано саме "та". Тому стаття 41 ВКУ не забороняє скидати у водні об'єкти речовини, для яких встановлено нормативи екологічної безпеки водокористування, але не встановлено нормативи ГДС. На наш погляд, це суттєво звужує можливості регулювання скидання забруднюючих речовин із зворотними водами у водні об'єкти. Разом із тим, ні у статті 41, ні в інших статтях ВКУ не сказано, щодо яких випадків нормативи ГДС можна не встановлювати, а у пункті 4 "Порядку розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти" вказується, що *"нормативи ГДС забруднюючих речовин встановлюються для водокористувачів, які скидають зворотні води у водні об'єкти"*. Таким чином, при скиданні будь-яких зворотних вод з накопичувачів у водні об'єкти необхідно встановлювати ГДС речовин. Відзначимо, що у «Методиці розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів» міститься опосередкована вказівка на те, що при розробленні регламентів періодичного скидання зворотних вод треба розробляти нормативи ГДС речовин. Дійсно, відповідно до частини 2 пункту 2.1 зазначеної

Методики, наднормативними скидами забруднюючих речовин у водний об'єкт вважаються "скиди забруднюючих речовин внаслідок порушення регламенту санкціонованого скиду зворотних вод з перевищенням за окремими показниками нормативів ГДС регламенту".

Розглянемо основні методичні положення встановлення ГДС речовин відповідно до «Методичних рекомендацій з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами» (далі «Методичні рекомендації»).

Аналіз розділу ІІ Види водокористування, створи водних обєктів, у яких рекомендується контролювати дотримання норм якості води, фонову якість води, розрахункові умови «Методичних рекомендацій»:

- Друний абзац П.2 розділу ІІ «Методичних рекомендацій» встановлює поняття фонового створу, а саме *«Найближчий до випуску зворотних вод створ, в якому якість води водного об'єкту не впливає даний випуск, а також відсутні інші випуски зворотних вод на ділянці між ними, визначається як фоновий створ (далі – ФС)».*

- П.5 розділу ІІ «Методичних рекомендацій» встановлює поняття фонової якості води водного об'єкту , а саме *«Якість води водного обєкта, що сформрвана природними процесами і впливом усіх джерел надходження домішок, за винятком джерела, для якого визначаються нормативи ГДС забруднюючих речовин, рекомендується приймати за фонову якість води.*

До видів фонової якості води належить природна фонова якість води та розрахункова фонова якість води.

Якість води, яка сформована процесами за відсутності антропогенного навантаження або в умовах тривалого неінтенсивного впливу господарської діяльності на водозборі, що важко піддаються регулюванню (природна фонова якість вод), рекомендується визначати для природних неконсервативних речовин (завислих, органічних і біогенних) та показників мінералізації за даними аналітичного контролю незабруднених ділянок водних об'єктів(у т.ч. об'єктів-аналогів) або наявних літературно-довідкових матеріалів по таких водних об'єктах.

Характеристики якості води, які рекомендується визначити (розраховувати) для прийняття розрахункових умов, рекомендується приймати за розрахункову фонову якість води.».

Аналіз даних пунктів дозволяє визначити **розрахункову фонову якість води** в умовах тривалого неінтенсивного впливу господарської діяльності, що важко піддаються регулюванню у окремі періоди року (коли відсутні зосереджені випуски зворотних вод) та **фоновий створ**, який найближче розташований у верх по течії до місця випуску скидних вод.

Аналіз розділу III . Фактичні, вихідні для розрахунку нормативів ГДС, розрахункові та прийняті для встановлення нормативів ГДС допустимі концентрації речовин (Сгдс) «Методичних рекомендацій»:

- П.3 розділу III «Методичних рекомендацій» рекомендує:

«Максимально допустиму величину концентрації речовини за повного використання асимілюючої спроможності водоприймача на ділянці до контрольного створу (для кожного з лімітуючих періодів року) рекомендується приймати за розрахункову допустиму концентрацію речовини у зворотних водах»

Якщо притримуватися логіки даного пункту, то у точці скиду шахтних вод, вище по течії від контрольного створу, максимально допустиму величину концентрації речовин, а по факту – максимально зафіксовану концентрацію речовини за період спостережень у ставку-накопичувачі слід приймати як **розрахункову допустиму концентрацію речовини у зворотних водах.**

- П.4 розділу III «Методичних рекомендацій» рекомендує:

«Прийняту для встановлення нормативів ГДС забруднюючих речовин допустиму концентрацію речовин рекомендується визначати як найменше значення серед вихідної для розрахунку та розрахункових допустимих концентрацій по лімітованих періодах...»

Таким чином, максимальна зафіксована концентрація пиймається як найменша для виконання розрахунків.

Аналіз розділу IV. Методологічниа та організаційна основи розроблення нормативів ГДС забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами «Методичних рекомендацій»:

П.6 розділу IV «Методичних рекомендацій» рекомендує:

«Якщо фонова якість водного об'єкта по яких-небудь показниках систематично перевищує норми якості води (що підтверджується даними систематичних аналітичних замірів протягом останніх 12 місяців) і обумовлена господарськими факторами, які не піддаються регулюванню у терміндосягнення нормативів ГДС забруднюючих речовин (наприклад, впливом господарської діяльності на водозборі), то нормативи ГДС відповідних речових рекомендується визначати з урахуванням не погіршення фонової якості води водоприймача.

Аналіз даного пункту дозволяє скид зворотних вод без перевищення розрахункової фонової якості води, яка формується під впливом природних факторів та обумаолена господарськими факторами, які не піддаються регулюванню. Зважаючи на технологію скиду шахтних вод, мова може йти про неперевищення зафіксованої фонової якості води у фоновому створі, розташованому вище точки скиду у періоди, коли відсутні попуски з Карачунівського водосховища для промивки і розбавлення, у контрольному створі, розташованому нижче за течією від точки скиду у період скиду з розбавленням шахтних вод.

П.12 розділу IV «Методичних рекомендацій» рекомендує:

«Порядок скидання зворотних вод із накопичувачів у водні об'єкти визначено статтею 74 Водного кодексу України. Право на здійснення скидання зворотних вод із накопичувачів у водні об'єкти оформляється на загальних підставах, відповідно до порядку, визначемому статтею 49 Водного кодексу України.

Аналіз даного пункту потребує аналіз зазначених статей водного кодексу (ВКУ).

Глава 14 в якій розміщено статтю 74 має назву - УМОВИ СКИДАННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД У ВОДНІ ОБ'ЄКТИ

Стаття 74. *Накопичувачі промислових забруднених стічних вод та технологічні водойми*

Підприємства, установи і організації, що мають накопичувачі промислових забруднених стічних чи шахтних, кар'єрних, рудникових вод, зобов'язані впроваджувати ефективні технології для їх знешкодження і утилізації та здійснювати рекультивацію земель, зайнятих цими накопичувачами.

Скидання цих вод у поверхневі водні об'єкти здійснюється згідно з індивідуальним регламентом*, погодженим з обласними, Київською, Севастопольською міськими державними адміністраціями, органом виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища.*

Використання технологічних водойм (ставки-охолоджувачі теплових і атомних станцій, рибницькі ставки, ставки-відстійники та інші) повинно проводитись відповідно до норм і правил експлуатації, визначених у технічних проектах, затверджених у встановленому законодавством порядку.

Абзац 2 зазначеної статті чітко вказує на те, що **Скидання цих вод у поверхневі водні об'єкти здійснюється згідно з індивідуальним регламентом.**

Тому твердження другої частини пукту П.12 розділу IV «Методичних рекомендацій» - *Право на здійснення скидання зворотних вод із накопичувачів у водні об'єкти оформляється на загальних підставах, відповідно до порядку, визначемому статтею 49 Водного кодексу України,* протирічіть частині другій статті 74 ВКУ, яка чітко і однозначно встановлює умови скидання зворотних вод у водні обєкти - **згідно з індивідуальним регламентом.**

З точки зору законності – норми Водного кодексу України є пріоритетними у порівнянні з Методичними рекомендаціями. А вислів: *«Право на здійснення скидання зворотних вод із накопичувачів у водні об'єкти оформляється на загальних підставах, відповідно до порядку, визначемому статтею 49 Водного кодексу України»* може носити тільки рекомендаційний характер, зважаючи на статус документу.

П.24 розділу IV «Методичних рекомендацій» рекомендує: «*Дані лабораторій суб'єктів державного моніторингу вод щодо фонової якості водних об'єктів по створах гідрохімічного моніторингу (репрезентативні для місць скиду зворотних вод) рекомендується вважати актуальними протягом трьох років з часу проведення аналогічного контролю.*

Суть даного пункту підтверджує правильність використання інформації по створу моніторингових спостережень «Руднічне» у якості фонового створу для визначення розрахункової фонової якості води водоприймача.

Зважаючи на ситуацію що склалася на ділянці р. Інгулець, де виконується дозований скид з розбавленням шахтних вод при періодичному скиданні зворотних вод зіставка-накопичувача у балці Свистунова, неможливо дотриматися норм якості води чи нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у водному об'єкті. Дані норми не виконуються і при відсутності скиду, прощо свідчать дані моніторингових спостережень у фоновомк створі у періоди, коли відсутні попуски з Карачунівського водосховища. При цьому відсутність скиду шахтних вод зі ставка-накопичувача може призвести до виникнення аварій та надзвичайних ситуацій. Тому регламент скиду має розроблятися з врахуванням нанесення мінімально можливого негативного впливу на оточуюче навколишнє середовище та уникнення аварійних та надзвичайних ситуацій на об'єкті.

Слід відмітити, що регламент скиду, базується на результатах досліджень та рекомендаціях наданих Національним аграрним університетом НАН України та інститутом гідробіології НАН України після виконання науково-дослідної роботи з "Оцінка впливу техногенних навантажень на екологічний стан водогосподарської системи річок Інгулець і Саксагань з урахуванням щорічних скидів надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу".

Регламентоване (дозоване) скидання надлишків зворотних вод у поверхневі водойми, з тимчасовим перевищенням норм гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин у водних об'єктах по компонентах, які притаманні та є основними саме у високомінералізованих шахтних водах Кривбасу (хлориди, сульфати, мінералізація), може бути виправдано лише в одному випадку, коли їх скидання здійснюється за для уникнення низки аварій та надзвичайних техногенних ситуацій як у Криворізькому гірничодобувному регіоні, так і за його межами. Режим такого скиду повинен мінімізувати негативний вплив на оточуюче середовище.

6.1 Оцінка концентрації речовин в контрольному створі під час скидання зворотних вод

Концентрацію нормованих речовин в контрольному створі випуску зворотних вод з накопичувача можна було би розрахувати досить точно, використовуючи методику розрахунку, яка описана у підрозділі 4.6, та відповідні вихідні дані,

що перелічені у зазначеному підрозділі. В даному та наступному підрозділах проводяться лише наближені розрахункові оцінки, в яких використовуються вихідні дані, що наведені у Регламенті, аналіз моніторингових спостережень в р.Інгулець та Саксагань, а також певні припущення, що формулюються та обговорюються нижче.

При розрахунку концентрації речовин в контрольному створі будемо вважати, що в цьому створі відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою. Як зазначено у підрозділі 4.5, кратність n розбавлення зворотних вод в контрольному створі задовольняє умові $n \leq n_{повн}$, де $n_{повн}$ - кратність розбавлення, яка відповідає повному змішуванню. Тому, враховуючи формулу (27), можна стверджувати, що при $n = n_{повн}$ концентрація $C_{кс}$ речовини в контрольному створі буде меншою, чим при $n \leq n_{повн}$. Таким чином, припущення щодо повного змішування призводить до зменшення концентрації речовин в контрольному створі. Відзначимо, що використання зазначеного припущення дозволяє розраховувати концентрацію $C_{кс}$ за формулою (33). Якщо в контрольному створі не відбулося повного змішування, то при розрахунках кратності розбавлення пропонується використовувати чисельний метод Караушева.

При розрахунку концентрації $C_{кс}$ будемо також вважати, що всі нормовані речовини є консервативними, тобто коефіцієнт неконсервативності $k = 0$ для всіх нормованих речовин. Із формули (4.33) випливає, що це припущення також призводить до зменшення концентрації речовин в контрольному створі, та воно дозволяє розраховувати концентрацію $C_{кс}$ за формулою (34).

Окрім наведених вище припущень, при розрахунку концентрації $C_{кс}$ не будемо враховувати наявність точкових джерел надходження води і речовин, розташованих на ділянці річки Інгулець від створу Б до створу В (рис. 4.1), тобто будемо вважати, що у формулі (34) $\hat{p} = 0$. В цьому випадку із (34) одержимо:

$$C_{кс} = \frac{g_в C_в + g C_{зв}}{g_в + g}. \qquad (43)$$

Аналізуючи формулу (34), можна показати, що неврахування точкових джерел надходження води і речовин призводить до зменшення концентрації речовин в контрольному створі, якщо виконується умова:

$$\frac{\sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i}{\sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i} > \frac{g_в C_в + g C_{зв}}{g_в + g}. \qquad (44)$$

Відзначимо, що перевірити виконання умови (44) неможливо через відсутність даних щодо величин $\hat{p}$, $\hat{g}_i$, $\hat{C}_i$. Разом із тим, якщо умова (44) виконується, то

всі наведені вище припущення призводять до зменшення концентрації $C_{кс}$. Це означає, що концентрація $C_{кс}$, яка розрахована за формулою (43), буде меншою, чим у випадку розрахунку даної концентрації без використання наведених вище припущень. Тому можна вважати, що наближені оцінки, які проводяться в даному та наступному підрозділах з використанням формули (43) є "доволі оптимістичними". Разом із тим, навіть такі "оптимістичні" оцінки дозволяють отримати досить важливі результати, які розглядаються далі.

Якщо, не змінюючи дробу, що стоїть у правій частині рівності (43), помножити чисельник і знаменник цього дробу на τ_2 та врахувати співвідношення (5.8), (5.9), то після очевидних тотожних перетворень одержимо:

$$C_{кс} = C_в + \frac{C_{зв} - C_в}{1 + V_в / V_ш}. \qquad (45)$$

За формулою (45) були розраховані концентрації $C_{кс}$ нормованих речовин в контрольному створі. У цих розрахунках використовувалися вихідні дані, що наведені в Регламенті [2], а саме: концентрації $C_в$ і $C_{зв}$ (табл. 5.1), та величини $V_в$ = 83,413 млн. м3, $V_ш$ = 12,171 млн. м3. У зазначених розрахунках не розглядалося хімічне споживання кисню (ХСК) через відсутність у Регламенті даних для ХСК щодо $C_{зв}$.

Результати вказаних вище розрахунків (концентрації $C_{кс}$) наведені у табл 6.1.

Таблиця 6.1 – Концентрації нормованих речовин (показників якості води) під час скидання зворотних вод та відповідні ГДК речовин

Назва речовини (показника)	$C_в$,*) мг/л	$C_{зв}$,*) мг/л	$C_{кс}$,*) мг/л	$ГДК_{гп}$,*) мг/л	$ГДК_{рг}$*) мг/л	$\frac{C_{кс}}{ГДК_{гп}}$	$\frac{C_{кс}}{ГДКрг}$
Хлориди	107	20318	3392	350	300	9,69	11,31
Сульфати	407	1496	892	500	100	1,78	8,92
Мінералізація	979	42954	7054	1000	-	7,05	-
Азот амонійний	0,16	0,27	0,95	2,0	0,5-1,0	0,48	0,95
БСК5	2,9	3,28	5,24	6	3	0,87	1,75
Нітрати	0,93	3,19	4,8	45	40	0,11	0,12
Нітрити	0,011	0,94	0,18	3,3	0,08	0,055	2,25
Завислі речовини	5	17,8	15,4	5,75	5,75	2,68	2,68
Нафтопродукти	0,02	0,06	0,063	0,3	0,05	0,21	1,26
Залізо загальне	0,05	0,14	0,13	0,3	0,1	0,43	1,3
Феноли	0,0007	менше 0,001	менше 0,001	0,001	0,001	1	1
Фосфати	0,3	0,068	0,28	3,5	2,14	0,08	0,13
Розчинений кисень	12,5	5,2	6,06	>4	>6	>1,52	>1,01
РН	8,18	7,68-7,99	7,72-8,06	6,5-8,5	6,5-8,5	В межах	В межах

*) Примітка: $C_в$, $C_{зв}$ і $C_{кс}$ - концентрації речовини (показника) у воді Карачунівського водосховища, у зворотних водах і в контрольному створі; $ГДК_{гп}$ та $ГДК_{рг}$ – ГДК речовини (показника) для господарсько-побутового та рибогосподарського водокористувань; величини $ГДК_{гп}$ та $ГДК_{рг}$ наведені відповідно до [13] та [14]. Концентрації речовин у зворотних водах та контрольному створі наведені максимальні, що зафіксовані під час скиду зворотних вод у 2021 році.

Для порівняння концентрацій $C_{кс}$ з відповідними ГДК у табл. 5.1 наведені ГДК речовин для господарсько-побутового ($ГДК_{гп}$) та рибогосподарського ($ГДК_{рг}$) водокористувань, а також безрозмірні відношення $C_{кс}/ГДК_{гп}$ і $C_{кс}/ГДК_{рг}$ (ГДК речовин для господарсько-питного водокористування та відповідні безрозмірні відношення не наведені, бо на ділянці річки Інгулець від створу випуску зворотних вод з накопичувача до річкового гирла відсутні водозабори для господарсько-питного водопостачання). У таблиці 5.1 $ГДК_{рг}$ мінералізації та відповідне безрозмірне відношення не наводяться, оскільки для рибогосподарського водокористування мінералізація не нормується.

Відзначимо, що у певних випадках, які визначені у розділі 3 та у підрозділі 4.7, в контрольному створі випуску зворотних вод можуть порушуватися чинні норми якості води. Але це положення не відбивається у чинних нормативно-правових документах, що регламентують скидання речовин із зворотними водами. Саме тому у даному та наступному підрозділах в якості концентрацій $\widetilde{C}$ (див. формулу (36)), які можуть перевищувати відповідні ГДК речовин, використовуються відповідні ГДК.

Проаналізуємо результати розрахунків концентрації $C_{кс}$.

Як видно з таблиці 5.1 (див. останні два стовпця таблиці), в контрольному створі порушуються як рибогосподарські, так і господарсько-побутові норми якості води: концентрація $C_{кс}$ перевищує $ГДК_{гп}$ для хлоридів, сульфатів, мінералізації і завислих речовин та $БСК_5$, і перевищує $ГДК_{рг}$ для хлоридів, сульфатів, завислих речовин, $БСК_5$, а також азоту амонійному, нітритам, нафтопродуктамта залізу загальному.У даному випадку мова йде про найвищі концентрації даних речовин, що були зафіксованіпротягом скиду зворотних вод у контрольному створі нижче скиду шахтних вод . При цьому найбільш суттєво норми якості води порушуються для хлоридів, концентрація яких в контрольному створі більше, чим у 11,31 разів перевищує $ГДК_{рг}$ та в 9,69 разів перевищує $ГДК_{гп}$. Таким чином, навіть "оптимістична" оцінка концентрацій $C_{кс}$ показує, що при скиданні зворотних вод з накопичувача відповідно до Регламенту в контрольному створі випуску зворотних вод суттєво порушуються чинні норми якості води, особливо по хлоридам, сульфатам та мінералізації.

Із таблиці 5.1 також видно, що для хлоридів та мінералізації концентрації $C_{кс}$ менше, чим відповідні "рекомендовані значення" ГДК [2], які складають 4500 мг/л для хлоридів і 9000 мг/л для мінералізації та суттєво перевищують відповідні значення $ГДК_{гп}$ і $ГДК_{рг}$ (табл. 5.1).

Після закінчення скиду зворотних вод кордон розділу між річковою водою, що забруднена зворотними водами, та "більш чистою" річковою водою рухається униз за течією, віддаляючись від випуску зворотних вод зі швидкістю течії. При цьому змішування "чистої" та "забрудненої" води на кордоні розділу цих вод відбувається лише за рахунок процесу дифузії, який є значно "менш інтенсивним", чим процес змішування забруднених зворотних вод з "більш чистою" річковою водою, який відбувається під час скидання зворотних вод.

Обговоримо можливості та наслідки регулювання концентрації речовин в контрольному створі під час скидання зворотних вод з накопичувача.

Як видно з формули (45), концентрація $C_{кс}$ речовин в контрольному створі залежить лише від величин $C_в$, $C_{зв}$, $V_ш$ та $V_в$. Оскільки величини $C_в$, $C_{зв}$, $V_ш$ є фактично заданими, серед зазначених вище величин регулюванню практично піддається лише величина $V_в$ (під регулюванням величини $V_в$ тут розуміється зміна значення цієї величини). Таким чином, під час скидання зворотних вод з накопичувача єдиним способом регулювання концентрації речовин в контрольному створі, який можна реалізувати на практиці, є регулювання величини об'єму $V_в$ води, що скидається з Карачунівського водосховища протягом скидання зворотних вод. Розглянемо можливі наслідки зазначеного вище регулювання.

Із формули (45) випливає, що при необмеженому збільшенні величини $V_в$ концентрація $C_{кс}$ необмежено наближається до концентрації $C_в$. Це означає, що при достатньо великому значенні величини $V_в$ концентрація $C_{кс}$ буде практично співпадати з концентрацією $C_в$. Із таблиці 5.1 видно, що для всіх нормованих речовин виконується умова $C_в \leq ГДК_{гп}$. Виключення становить $БСК_5$, яке дещо перевищує нормативну величину, але знаходиться в межах розрахункової похибки, тому до уваги не береться. Враховуючи сказане вище, можна стверджувати, що при достатньо великому значенні величини $V_в$ в контрольному створі будуть дотримуватися господарсько-побутові норми якості води. Оцінка величини $V_в$, при якій в контрольному створі дотримуються господарсько-побутові норми якості води наводиться в наступному підрозділі.

6.2 Оцінка попуску води з Карачунівського водосховища, потрібного для дотримання норм якості води в контрольному створі

Як показано у попередньому підрозділі, при достатньо великому значенні величини $V_в$ в контрольному створі будуть дотримуватися господарсько-побутові норми якості води. Оцінимо мінімальне значення $\ddot{V}_в$ величини $V_в$, при якому в контрольному створі забезпечується дотримання зазначених норм якості води.

Відзначимо, що у формулі (45) фактично вважається, що $C_ф = C_в$, а кратність розбавлення зворотних вод в контрольному створі розраховується за формулою:

$$n = 1 + \frac{g_в}{g} = 1 + \frac{g_в \tau_2}{g \tau_2} = 1 + \frac{V_в}{V_ш}. \qquad (46)$$

Як показано у підрозділі 4.4, норми якості води в контрольному створі дотримуються тоді, і тільки тоді, коли виконується умова:

$$n \geq n_j, \qquad (47)$$

де n_j - необхідна кратність розбавлення лімітуючої речовини.

Підставляючи (46) у (47) та розв'язуючи отриману нерівність відносно величини $V_в$, одержимо $V_в \geq \ddot{V}_в$, де

$$\ddot{V}_в = V_ш (n_j - 1). \qquad (48)$$

Таким чином, для розрахунку величини $\ddot{V}_в$ за формулою (48) необхідно визначити лімітуючу речовину та необхідну кратність n_j її розбавлення.

Аналізуючи дані таблиці 6.1, можна визначити перелік *визначальних речовин* (підрозділ 4.4): у даному випадку – речовин, для яких виконується умова $C_в < ГДК_{гп} < C_{зв}$. У таблиці 6.2 наведений перелік визначальних речовин, вихідні дані, які потрібні розрахунку необхідної кратності розбавлення цих речовин та результати розрахунку цієї кратності розбавлення з використанням формули (18), яка у даному випадку записується так:

$$n_{необ} = \frac{C_{зв} - C_в}{ГДК_{гп} - C_в},$$

де $n_{необ}$ - необхідна кратність розбавлення розглядуваної визначальної речовини.

Таблиця 6.2 – вихідні дані та результати розрахунку необхідної кратності розбавлення визначальних речовин

Назва визначальної речовини (показника)	$C_в$,*) мг/л	$ГДК_{гп}$,*) мг/л	$C_{зв}$,*) мг/л	$n_{необ}$ *)
Хлориди	107	350	20318	83,17
Сульфати	407	500	1496	11,71
Завислі речовини	5	5,75	17,8	17,07
Мінералізація	979	1000	42954	200,0

*) Примітка: $C_в$ та $C_{зв}$ - концентрації речовини (показника) у воді Карачунівського водосховища та у зворотних водах; $ГДК_{гп}$ – ГДК речовини (показника) для господарсько-побутового водокористування; $n_{необ}$ - необхідна кратність розбавлення речовини (показника).

Як видно із таблиці 5.2, у даному випадку лімітуючою речовиною є мінералізація, які мають найбільшу необхідну кратність розбавлення, причому ця кратність розбавлення складає 83,17. Підставляючи у (48) значення n_j = 200,0 та $V_ш$ = 10,02 млн. м^3, одержимо $\ddot{V}_в$ = 1994,0 млн. м^3. Підставляючи у формулу величини $V_в = \ddot{V}_в$ = 1994,0 млн. м^3, τ_2 = 132 діб, отримаємо $g_в = \ddot{g}_в \approx$ 174,8 м^3/с, де $\ddot{g}_в$ - мінімальне значення витрати $g_в$, при якому в контрольному створі дотримуються господарсько-побутові норми якості води. Якщо у формулу (45) підставити величини $V_в = \ddot{V}_в$ = 1994,0 млн. м^3, $V_ш$ = 10,02 млн. м^3 та величини $C_в$ і $C_{зв}$, які наведені у табл. 5.1, то можна упевнитися в тому, що для загальної мінералізації виконується умова $C_{кс} = ГДК_{гп}$, а для усіх інших нормованих речовин – умова $C_{кс} < ГДК_{гп}$. Це підтверджує правильність розрахунку величини $\ddot{V}_в$ = 1994,0 млн. м^3.

Насправді кількість води на розбавлення у контрольному створі буде більшою, оскільки розрахунок не враховує вплив дифузних джерел на ділянці р. Інгулець від Карачунівського водосховища до контрольного створу, але цей вплив є значним. Крім того, стік р. Саксагань (в поливний сезон перекритий) під час скиду шахтних вод зі ставка-накопичувача практично не регулюється і при значних витратах може суттєво вплинути на якість води та на кратність розбавлення у зоні змішування.

Таким чином, за наведеною вище оцінкою, для дотримання господарсько-побутових норм якості води в контрольному створі під час скидання зворотних вод у період 2021-2022 рр. з Карачунівського водосховища треба було скинути, як найменше, 1994,0 млн. м^3 (більш точно 2000,0 млн. м^3) води з витратою, не менше, чим 174,8 м^3/с (більш точно 175,4 м^3/с).

Обговоримо можливості забезпечення вказаного вище скидання води з Карачунівського водосховища. Відзначимо, що об'єм води $\ddot{V}_в$ = 1994,0 млн. м^3 приблизно у 6,9 рази перевищує корисний об'єм Карачунівського водосховища (більш точно 2000,0 млн. м^3 майже в 6,92 рази) $V_{кор}$ = 289 млн. м^3 (*корисний об'єм водосховища* – це різниця між об'ємом води у водосховищі при нормальному підпірному рівні води та об'ємом води при рівні мертвого об'єму). Зрозуміло, що скинути з водосховища 1994,0 млн. м^3 води неможливо, якщо під час скидання не подавати воду у водосховище. Карачунівське водосховище за цільовим призначенням використовується перш за все для забезпечення питного та технічного водопостачання міста Кривий Ріг, а також зрошення. Тому для компенсації втрат води на ро-

збавлення вказаних вище зворотних вод бажано подавати воду у водосховище з такою самою витратою, з якою вода скидається з водосховища, а саме, з витратою 174,8 м^3/с. На сьогодні такі можливості відсутні.

Пропускна спроможність каналу «Дніпро-Інгулець», який використовується для подачі дніпровської води у Карачунівське водосховище, обмежена гарантованою подачею 11,0 м^3/с. Окрім того, середньорічна витрата води у річці Інгулець біля Кривого Рогу складає 7,5 м^3/с.

Пропускна спроможність каналу «Дніпро-Інгулець», який використовується для подачі дніпровської води у Карачунівське водосховище, обмежена гарантованою подачею 11,0 м^3/с. Окрім того, середньорічна витрата води у річці Інгулець біля Кривого Рогу складає 7,5 м^3/с.

Слід зазначити, що скидання води з водосховища у річку Інгулець з витратою 174,8 м^3/с (навіть якщо це можливо) призведе до "штучної повені" протягом тривалого часу. Подача у річку Інгулець таких витрат призведе до затоплення прибережних земель та територій окремих населених пунктів нижче за течією від Карачунівського водосховища, руйнування берегів тощо.

Практична реалізація зазначеного вище режиму скидання неможлива з фінансово-економічних причин. Це обумовлено тим, що подача води у Карачунівське водосховище для розбавлення зворотних вод, які скидаються з накопичувача, здійснюється за рахунок грошових коштів гірничорудних підприємств Кривбасу. Очевидно, що подача у водосховище 980,0 млн. м^3 води потребує чималих грошових затрат зазначених підприємств для будівництва додаткових потужностей для подачі води на розбавлення та щорічних витрат на подачу води. І якщо ці затрати порівняти з прибутком вказаних підприємств, то підприємства будуть змушені припинити видобування корисних копалин, що призведе до негативних наслідків, описаних вище в розділі 5.

Базуючись на аналізі, наведеному вище, можна зробити наступні висновки:

1. В існуючих умовах не має технічних і економічних можливостей дотримання норм якості води у контрольному створі під час впровадження дозованого скиду надлишків зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод з їх розбавленням.

2. Якщо при періодичному скиданні зворотних вод неможливо дотриматися норм якості води чи нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у водному об'єкті, а відсутність скиду призведе до виникнення аварій та надзвичайних ситуацій, регламент скиду має розроблятися з врахуванням нанесення мінімально можливого негативного впливу на оточуюче навколишнє середовище. За таких умов все більш актуальним є регулювання скидання забруднюючих речовин із зворотними водами у водні об'єкти за так званим принципом ALARA (абревіатура від – As Low As Reasonably Achievable – «настільки низький, наскільки це можливо у межах розумного»).

3. Розробка індивідуального регламенту скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу базується на результатах досліджень та рекомендаціях наданих Національним аграрним університетом НАН України та інститутом гідробіології НАН України після виконання науково-дослідної роботи з «Оцінка впливу техногенних навантажень на екологічний стан водогосподарської системи річок Інгулець і Саксагань з урахуванням щорічних скидів надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу» [23,24]|. Згідно рекомендацій гідробіологів, скид надлишків зворотних вод повинен здійснюватися виключно у міжвегетаційний період, коли на р. Інгулець відсутні будь які водозабори, початок скиду встановлюється з урахуванням завершення вегетаційного сезону, коли температура води в річці стає нижче $+10^0$ (зазвичай початок листопада), завершення скиду повинно враховувати терміни проходження нерестового періоду – не пізніше початку березня, з наступною промивкою річки прісною водою. На підставі багаторічних досліджень та враховуючи численні дані інших дослідників по впливу хлоридів, сульфатів, мінералізації на життєдіяльність іхтіофауни встановлено, що при скиді зворотних вод вміст хлоридів нижче зони змішування не повинен перевищувати рівня в 4,5 г/дм^{3}при загальному рівні мінералізації води не більше 9,0 г/дм^3.

З метою унеможливлення перевищення зазначених рекомендованих концентрацій забруднюючих речовин після їх змішування в регламенті скиду надлишків зворотних вод у ставку-накопичувачі 2021 -2022 року за контрольні розрахункові концентрації прийнято:

хлориди – 3,5 г/дм^3;

мінералізація – 7,0 г/дм^3.

7. ВИХІДНІ ДАНІ

Підготовка вихідних даних для визначення розрахункових умов скиду зворотних вод здійснюється відповідно до фактичних характеристик випуску зворотних вод, якості води водного об'єкту та його показників. Визначення вихідних даних і розрахункових умов необхідні для розрахунку процесів асиміляції (змішування та розбавлення) домішок зворотних вод у водних об'єктах. При визначенні розрахункових умов використовуються бази даних якості води, мінімальні витрати річок, природні фонові концентрації речовин у водних об'єктах тощо.

При підготовці даних про водний об'єкт збирається наступна інформація:

- структура гідрографічної мережі водного об'єкту;
- водозбірні площі окремих ділянок водного об'єкту;
- довжина окремих ділянок водного об'єкту, площі водойм;
- коефіцієнти звивистості окремих ділянок водного об'єкту;
- глибина водного об'єкту;
- ширина водного об'єкту;
- коефіцієнти шорсткості ложа;
- витрати води.
- При підготовці даних про об'єкт скиду збирається наступна інформація::
- назва і коди власника;
- розташування місця випуску зворотної води на гідрографічній мережі;
- конструктивні особливості випусків зворотних вод;
- тип та категорія зворотних вод що скидаються;
- склад та властивості зворотної води;
- витрати і режим скиду зворотних вод.

Розрахунок вмісту забруднюючих речовин у водному об'єкті при скиді зворотних вод виконується з урахуванням:

- фонової якості води водного об'єкту до місця впливу випуску зворотних вод;
- впливу постійно діючих водовипусків на водний об'єкт у розрахунковому створі;
- витрат, складу і режиму надходження зворотних вод в період скиду у водний об'єкт ;
- ступеня змішування зворотних вод з водою водного об'єкту у розрахунковому створі;
- кратності розбавлення зворотних вод водою водного об'єкту у розрахунковому створі.

7.1 Рельєф та кліматичні умови

В геоморфологічному відношенні район м. Кривий Ріг представляє собою степову рівнину. Загальний схил поверхні з півночі на південь. Найбільші відмітки земної поверхні 110 – 115м, найнижчі 30 – 40м. Значну площу поверхні займають балки та яри. Схили балок більшою мірою круті, у більшості балок побудовані штучні водоймища.

Клімат району – континентальний. Зима помірна, з частими відлигами. Найбільш холодний місяць – січень, найбільші коливання температури у лютому місяці. Тривалість снігового покрову в середньому складає 45 днів. Максимальна висота снігового покрову 8 – 10см, мінімальна – 0. Максимальна глибина промерзання ґрунту 0,8 – 1,0м. Літо ясне, жарке з продовженням до жовтня.

За даними Криворізької метеорологічної станції (дивись довідку) середньорічна температура повітря складає – 8,5 ^{0}C, щорічна кількість атмосферних опадів – 483мм, річна кількість опадів за 2017 рік – 401,8мм. Найбільша кількість опадів випала у червні та жовтні, найменша у вересні та грудні. У теплу пору з квітня по листопад випадає – 73,5 %, а з грудня по березень – 26,5 % атмосферних опадів. Інфільтрація атмосферних опадів складає 3 – 10 % від їх загальної кількості, решта витрачається на поверхневий стік. Річне випаровування у регіоні коливається від 900 до 1200мм. Відносна вологість повітря досягає максимальних позначок у зиму і досягає 90 – 92 %.

04.01.21р № 10.02-10

Директору ДП
«Кривбасшахтозакриття»

Довідка
про місячні суми та багаторічні норми опадів
у Кривому Розі за 2020 рік

Місяць	Місячна сума опадів в мм	Багаторічна норма опадів в мм
Січень	14,5	40
Лютий	52,4	32
Березень	17,5	28
Квітень	8,8	41
Травень	73,9	42
Червень	72,6	64
Липень	32,3	54
Серпень	4,3	42
Вересень	37,6	31
Жовтень	16,8	30
Листопад	3,1	35
Грудень	28,6	44
Рік	362,4	483

Начальник авіаметстанції Кривий Ріг Т.М. Яковлева

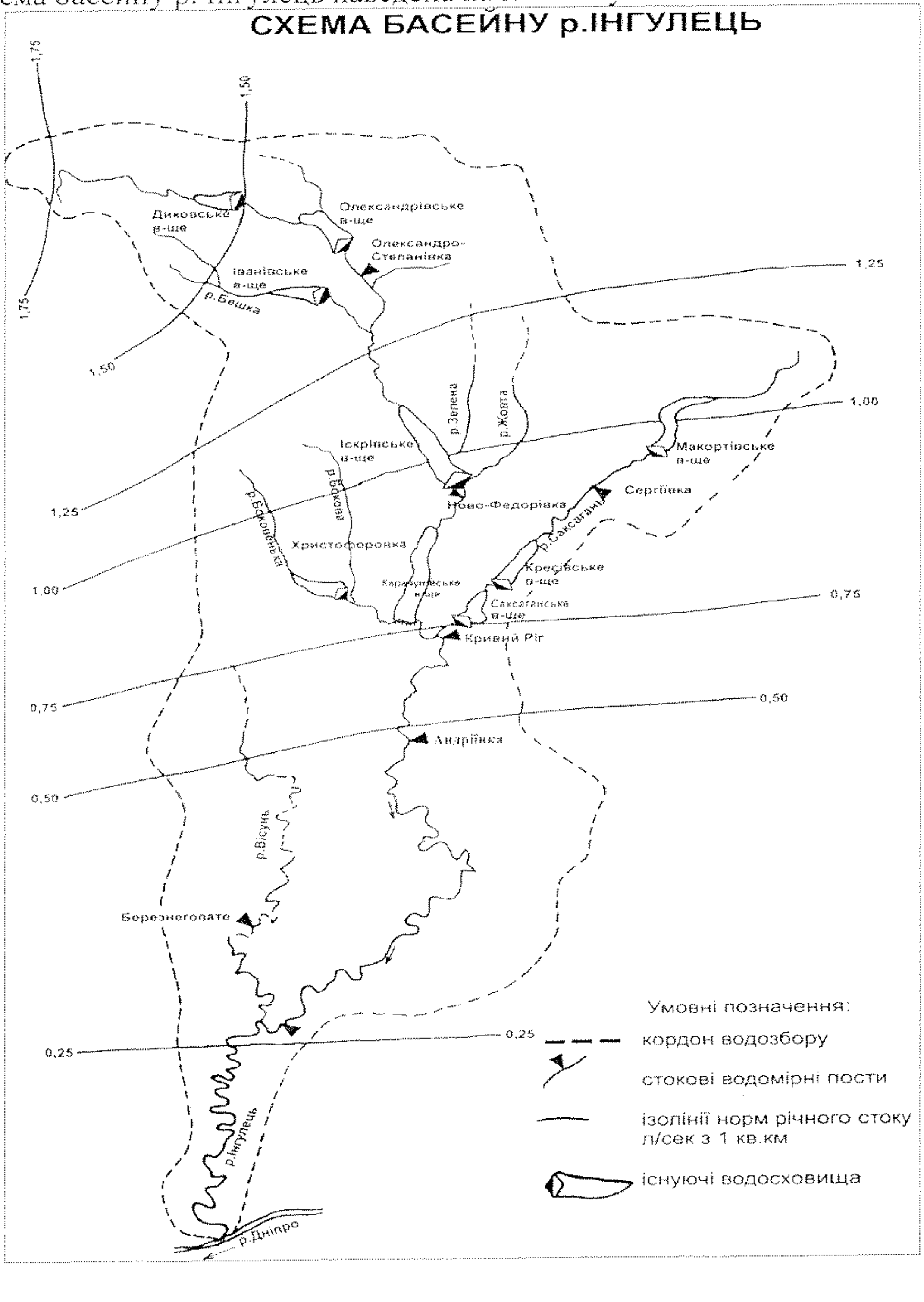
Вик. Цимбаленко Л.О.
Тел. (056)440-58-35

ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО «КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ»
Вхід № 10 від 2021

7.2 Гідрологічна характеристика річки Інгулець

Річка Інгулець являється правою притокою р. Дніпро. Довжина річки Інгулець 551км, площа водозбору 13700 км^2, у тому числі до створу Карачунівської греблі – 6316 км^2. Головні притоки річки Інгулець: річки Жовта, Зелена, Бокова, Боковенька, Саксагань та Вісунь.

Схема басейну р. Інгулець наведена на малюнку 7.2.1



Малюнок 7.2.1

Річка Інгулець бере початок з криниць у балці в с. Кучерівка, Кіровоградської області, тече вона в південному напрямку по Кіровоградській, Дніпропетровській, Миколаївській та Херсонській областях і впадає в р. Дніпро праворуч на 46 км від його гирла. При впадінні річка розділяється на 2 рукави, із яких правий має довжину 0,9 км, лівий – 1,5 км.

Середній ухил водяної поверхні дорівнює 0,32%; басейн має загальний ухил із півночі на південь. У верхній частині басейну рельєф сильно пересічений річковою і ярово-балковою мережею, у середній і нижній частині він слабко пересічений.

Долина річки переважно трапецеїдальна. До м. Кривий Ріг вона порівняно вузька, завширшки 1,0-1,5 км; нижче розширюється до 2,5 – 3,5км.

Русло річки звивисте, особливо в середній та нижній течії. Коефіцієнт звивистості р. Інгулець в створі від греблі Карачунівського водосховища до гідро посту с. Андріївка 1,5 – 2,0. Ширина русла в середній течії 20 – 30 м. Глибина на перекатах приблизно 0,2 – 0,6 м, на плесах від 2 до 5 м. У нижній течії русло річки має ширину 10 – 60м, місцями вона сягає 80м. Швидкість течії річки вище Кривого Рогу на плесах близька до нуля, на перекатах 0,2 – 0,5 м/сек; нижче Кривого Рогу на плесах 0,1 – 0,4 м/сек, на перекатах сягає 0,5 м/сек. Коефіцієнт шорохуватості ложа складає 0,025 – 0,03.

Переважно річка живиться талими та дощовими водами, ґрунтові води в живленні річки грають другорядну роль.

Режим стоку р. Інгулець – типовий для рівнинних рік і характеризується відносно високими весняними повенями та низькими літньо-осінніми і зимовими меженями. У весняний період і при відлигах у зимовий період річка живиться талими водами. В іншу частину року стік річки підтримується ґрунтовими та дощовими водами, а також поверхневою притокою під час дощів і злив у басейні річки. Основна область формування стоку розміщені у верхній частині басейну, де формуються 80% сумарного стоку річки. Стік річки Інгулець зарегульований Олександрійським, Іскрівським та Карачунівським водосховищем. Коефіцієнт зарегульованості – 80%.

Середньорічна витрата води р. Інгулець біля Кривого Рогу за багаторічний період складає 7,5 м3/сек. Через надмірну зарегульованість стоку мінімальних 30 – денних витрати води 95% забезпеченості на р. Інгулець нижче Карачунівського водосховища, визначити неможливо (лист ЦГО України від 21.04.2016р. № 17-081-761). Тому останні визначенні і встановленні відповідно до паспортних даних Карачунівського водосховища, де непорушні витрати р. Інгулець нижче греблі складають – 0,3 м3/с і відповідають фактичним гідрологічним даним моніторингу.

Державна служба України з надзвичайних ситуацій

ЦЕНТРАЛЬНА ГЕОФІЗИЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ (ЦГО)

пр. Науки, 39, корпус 2, м.Київ-28, 03028, тел/факс: (044) 525-94-58, 525-69-69
WEB-адреса http://www.cgo.org.ua електронна пошта anpcgo@meteo.gov.ua
Код ЄДРПОУ 22864480

№   На №__________ від ______________

Голові Правління інституту
ПАТ «Укрводпроект»
Дупляку В.Д.

На Ваш запит від 12.04.2016 № 1/116 повідомляємо наступне.

Згідно методичних рекомендацій, мінімальний 30-денний стік води визначається для річок з природнім, незарегульованим гідрологічним режимом, для зарегульованих річок таблиця «Мінімальні витрати води» не складається.

На режим річки Інгулець загалом та в створі гідрологічного поста м. Кривий Ріг значно впливають водосховища, розташовані по довжині річки, скиди шахтних вод, забори води на водопостачання та зрошення.

Разом з тим повідомляємо, що маємо можливість надати витрати води з мінімальних – середні, найбільші та найменші за місяць.

Директор   О. Косовець

Самойленко 5256965

Зимова температура води в річці – біля 0^0. Максимальна літня температура води в річці сягає 25 – 27^0С. Вода річки Інгулець жорстка і відноситься до сульфатного класу кальцієво – магнієвої групи.

Середні концентрації забруднюючих речовин в р. Інгулець (гребля Карачунівського водосховища), визначені на основі середньомісячних показників якості води Карачунівського водосховища наведені в табл. 7.1.

Таблиці 7.1

СЕРЕДНЬОРІЧНІ КОНЦЕНТРАЦІЇ
забруднюючих речовин в р. Інгулець

№ п/п	Назва забруднюючих речовин	Назва джерела водовипуску: Карачунівське водосховище (гребля) р. Інгулець, мг/л
1.	Хлориди	107
2.	Сульфати	407
3.	Мінералізація	979
4.	Азот амонійний	0,16
5.	БСК $_5$	2,9
6.	Нітрати	0,93
7.	Нітрити	0,011
8.	Завислі речовини	менше 5,0
9.	Нафтопродукти	менше 0,02
10.	Залізо загальне	менше 0,05
11.	Феноли	0,0007
12.	Фосфати	0,3
13.	Розчинний кисень	12,5
14.	ХСК	20,0
15.	pH	8,18

Примітка: Середні концентрації забруднюючих речовин визначені на основі аналізу даних середньомісячних показників якості води Карачунівського водосховища за період з січня по березень 2021 р. (періоду року, коли виконувався скид з розбавленням зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод), дивись Додаток 1

Додаток 1

[illegible] за 2021 р. [illegible]

№	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
2	pH	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
3	[illegible]	54	43	44	38	46	48						
4	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
6	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
7	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
8	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
9	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
10	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
11	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
12	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
13	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
14	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
15	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
16	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
17	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
18	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
19	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
20	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
21	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
22	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
23	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
24	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
25	[illegible]	[illegible]			[illegible]								
26	[illegible]	[illegible]			[illegible]								
27	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
28	[illegible]	[illegible]			[illegible]								
29	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
30	[illegible]	[illegible]			[illegible]								
31	[illegible]	[illegible]			[illegible]								
32	[illegible]	[illegible]			[illegible]								
33	[illegible]	[illegible]			[illegible]								
34	[illegible]	[illegible]			[illegible]								
35	[illegible]												
36	[illegible]	[illegible]			[illegible]								
37	[illegible]	[illegible]			[illegible]								
38	[illegible]												
39	[illegible]	[illegible]			[illegible]								
40	[illegible]	[illegible]			[illegible]								
41	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
42	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
43	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
44	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
45	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
46	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
47	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
48	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
49	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
50	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						

[illegible] Директора [illegible]

Окремо проаналізовано можливі концентрації забруднюючих речовин вище контрольного створу №5 (вище 500 м точки скиду шахтних вод зі ставка-накопичувача) на основі моніторингових спостережень в період перед скидом у 2020 році. Базовим фоновим створом на р.Інгулець для виконання прогнозних розрахунків є створ, розташований найближче до точки скиду шахтних вод уверх по течії - створ «Руднічне». Дані з вересня по листопад 2019 року та жовтень 2020 роу, за період, коли відсутні попуски з Карачунівського водосховища і у створі формувалася фонова якість води у р.Інгулець перед скидом шахтних вод наведена, відповідно моніторинових спостережень, що виконує Управляння екології виконкому Криворізької міської ради згідно «Міської програми вирішення екологічних проблем Кривбасу… на 2016-2025 роки», в табл. 7.2.

Таблиці 7.2

РОЗРАХУНОК СЕРЕДНЬОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ
забруднюючих речовин в р. Інгулець

мг/дм^3

№ п/п	Назва забруднюючих речовин	Назва створу – Руднічне				
		Дата спостереження				Середні та максимальні за період спостережень
		24.09.19	23.10.19	26.11.19	01.10.20	
1.	Хлориди	1071	1737	1135	1766	1427/1766
2.	Сульфати	785	880	772	1100	884/1100
3.	Мінералізація	2760	4130	3580	3510	3495/4130
4.	Азот амонійний	0,51	0,16	0,20		0,29/0,51
5.	БСК$_5$	3,80	3,66	3,7		3,72/3,80
6.	Нітрати	3,82	3,70	4,35	7,60	3,96/7,60
7.	Нітрити	0,24	0,068	0,014	0,031	0,088/0,24
8.	Завислі речовини	20,0	21,0	37,4		26,1/37,4
9.	Розчинний кисень	9,13	11,04	12,55		10,9/12,55
10.	ХСК	26,18	24,0	24,0		24,73/26,18
11.	pH	7,66	7,87	8,16	8,05	7,94/8,16

Як видно з результатів таблиці 7.2 в період, коли відсутній скид шахтних вод зі ставка-накопичувача, є значні перевищення концентрацій у порівнянні ГДК для господарсько-побутового водокористування по загальній мінералізації (більше ніж у 3,5 рази середні за період та у 4,13 рази максимальні за період спостере-

жень) та по хлоридам (більше ніж у 4 рази середні за період та більше ніж у 5 разів у порівнянні з максимальними за період спостережень).

Аналіз результатів лабораторних досліджень зворотних вод ставка-накопичувача шахтних вод та води річки Інгулець у контрольному створі 500 м вище за течією від місця скиду виконаних під час регламентовано скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод у 2021 році надані ДП «Кривбасшахтозакриття» наведені в таблицях 7.3 та 7.4.

Таблиці 7.3

РОЗРАХУНОК СЕРЕДНЬОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ

забруднюючих речовин в р. Інгулець під час скиду 2020-2021 року (контрольний створ 500 м вище за течією від місця скиду шахтних вод)

мг/дм^3

№ п/п	Назва забруднюючих речовин	Назва створу – контрольний створ 500 м вище за течією від місця скиду шахтних вод								
		Дата спостереження								Середні та максимальні за період спостережень
		20.01. 2021	27.01. 2021	03.02. 2021	10.02. 2021	17.02. 2021	24.02. 2021	03.03. 2021	10.03. 2021	
1.	Хлориди	328	361	356	359	416	410	442	475	393/475
2.	Сульфати	642	777	776	623	671	640	643	639	676/777
3.	Мінералізація	1934	2254	2242	1968	2056	2014	1950	2250	2084/2254
4.	Азот амонійний	0,14	0,39	0,52	0,32	0,42	0,41	0,17	0,14	0,31/0,52
5.	БСК $_5$	3,28	3,52	6,36	5,74	3,86	3,96	3,72	5,38	4,48/6,36
6.	Нітрати	2,37	3,23	5,83	2,15	3,75	3,56	3,72	3,61	3,53/3,75
7.	Нітрити	0,035	0,087	0,22	0,079	0,13	0,14	0,72	0,17	0,20/0,72
8.	Завислі речовини	10,6	19,4	18,6	13,2	11,2	14	16	16,8	15,0/19,4
9.	Нафтопродукти	0,01	0,07	0,05	0,05	0,08	0,035	0,06	0,018	0,047/0,08
10.	Залізо загальне	0,14	0,27	0,15	0,064	0,09	0,079	0,11	0,1	0,125
11.	Феноли	Менше 0,001	Менше 0,001	Менше 0,001	Менше 0,001	Менше 0,001	Менше 0,001	Менше 0,001	Менше 0,001	Менше 0,001
12.	Фосфати	0,3	0,3	0,31	0,27	0,24	0,25	0,2	0,14	0,25/0,31
13.	Розчинний кисень	7,61	8,06	7,2	7,87	7,22	9,8	7,49	7,39	7,83/9,8
14.	ХСК	39,7	51,1	42,9	29,6	41,8	31,4	30,1	44,3	38,9/51,1
15.	pH	7,86	7,68	7,87	7,95	7,94	8,07	7,95	8,06	7,92/8,07

Таблиці 7.4

РОЗРАХУНОК СЕРЕДНЬОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ забруднюючих речовин у зворотній воді, що скидалася в р.Інгулець зі ставка-накопичувача шахтних вод

мг/дм^3

№ п/п	Назва забруднюючих речовин	Назва створу –місця скиду шахтних вод								
		Дата спостереження								Середні та максимальні за період спостережень
		20.01. 2021	27.01. 2021	03.02. 2021	10.02. 2021	17.02. 2021	24.02. 2021	03.03. 2021	10.03. 2021	
1.	Хлориди	19625	19074	20721	19990	20318	20139	20107	19107	19885/ 20721
2.	Сульфати	1402	1408	1413	1408	1496	1416	1423	1434	1425/ 1496
3.	Мінералізація	41972	40930	42934	42664	42396	41930	42954	42620	42300/ 42954
4.	Азот амонійний	0,25	0,26	0,27	0,22	0,2	0,21	0,26	0,15	0,23/ 0,27
5.	БСК $_5$	3,26	3,06	3,16	2,52	3,28	3,08	3,12	3,24	3,09/3,28
6.	Нітрати	1,23	3,18	3,19	2,47	3,07	2,99	2,85	3,56	2,82/3,56
7.	Нітрити	0,084	0,12	0,084	0,94	0,12	0,098	0,096	0,068	0,20/0,94
8.	Завислі речовини	17,8	17,4	13,5	14,0	16,2	15,8	10,0	13,6	14,8/ 17,8
9.	Нафто-продукти	0,06	0,02	0,02	0,06	0,02	0,017	0,04	0,025	0,033/ 0,060
10.	Залізо загальне	0,12	0,14	0,03	0,083	0,1	0,12	0,11	0,11	0,102/ 0,14
11.	Феноли	Менше 0,001	Менше 0,001	Менше 0,001	Менше 0,001	Менше 0,001	Менше 0,001	Менше 0,001	Менше 0,001	Менше 0,001
12.	Фосфати	0,027	0,068	0,043	0,023	0,024	0,03	0,02	0,018	0,032/ 0,068
13.	Розчинний кисень	6,74	6,18	5,65	5,58	6,48	6,0	5,86	5,2	5,96/ 6,74
14.	ХСК									
15.	pH	7,84	7,79	7,99	7,87	7,72	7,81	7,82	7,68	7,82/7,99

Примітка: в таблицях 7.3 та 7.4 у чисельнику наведені середні значення концентрацій забруднюючих речовин, а у знаменнику – максимальні за період спостережень.

Концентрації забруднюючих речовин, що поступають в р. Інгулець, з постійно діючих водовипусків, починаючи від греблі Карачунівського водосховища до точки скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача, наведені в табл. 7.5.

Таблиці 7.5

СЕРЕДНЬОРІЧНІ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН,
що поступають з постійних водовипусків в р. Інгулець

№ п/п	Назва забруднюючих речовин	Назва джерела постійного водовипуску, у тому числі:		
		Саксаганське водосховище (портал) р. Саксагань, мг/л	**Південна станція аерації КП «Кривбасводоканал» ГДС, мг/л	***Гирло обвідного каналу мг/л
1.	Хлориди	667/954*	496	426
2.	Сульфати	635/707*	497	505
3.	Мінералізація	2502/2897*	2138	1893
4.	Азот амонійний	0,02/0,042*	2,0	1,67
5.	$БСК_5$	3,03/4,66*	15,5	4,42
6.	Нітрати	17,5/41,8*	48,9	40,1
7.	Нітрити	0,06/0,09*	2,41	1,81
8.	Завислі речовини	11,6	16,0	23,9
9.	Нафтопродукти	0,3	0,18	0,28
10.	Залізо загальне	0,14	0,33	0,28
11.	Феноли	менше 0,001	0,001	менше 0,001
12.	Фосфати	0,16	6,83	1,18
13.	Розчин. Кисень	4,4/5,82*	не менше 4,0	7,94
14.	ХСК	39,9/58,6*	81,0	27,8
15.	pH	8,25/8,46*	6,5-8,5	8,09

*Примітка: - *уточнені дані на основі моніторингових спостережень 2021 рок. уЧисельник –середні за період спостережень, знаменник – максимальні за період спостережень;*

*** -дані, уточнені на основі дозволу на спец водокористування по фактичній концентрації забруднюючих речовин (додаток 3).*

*-*** уточнені дані за період спостережень січень-березень 2021 року(період скиду ШВ);*

-у2021 році підчас скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача скид у очищених вод з Південної станції аерації річку Інгулець не проводився.

Додаток 2

Додаток 3

Середньомісячні показники якості води Саксаганського водосховища за 2018 р.

№	Показники, одиниця виміру	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1	pH	8,22	8,18	8,07	8,18	7,63	8,57	7,80
2	Окиснюваність перманганатна, мг O_2/дм³	10,5	13,3	10,2	10	12,8	13,4	15,7
3	Іон амонієвий, мг/дм³	0,40	<0,10	0,11	0,24	0,18	0,37	1,18
4	Іон нітритний	0,05	0,04	0,06	0,06	0,04	0,03	0,02
5	Іон нітратний	1,7	1,7	1,7	1,4		0,6	0,8
6	Залізо загальне	0,10	0,08	0,24	0,08	0,16	0,18	0,23
7	Завислі речовини	5	10	11	10	10	21	14
8	Хлорид іон	752	785	556	570	1479	1701	1638
9	Сульфат іон	1000	1238	1416	1288	1150	863	793
10	Кальцій іон	194	208	196	198	180	152	164
11	Магній іон	188	186	165	159	167	142	152
12	Натрій і калій	680	714	667	632	1209	1218	1160
13	Сухий залишок при 105 °С	3133	3462	3203	3056	4470	4309	4174
14	Фосфати	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	0,56	0,74	0,16
15	Лужність, ммоль/дм³	5,4	5,8	5,5	5,3	5,4	4,6	4,6
16	Жорсткість, ммоль/дм³	23,8	25,3	24,3	23,8	22,8	20,6	20,3
17	Загальне мікробне число при 37°С, КУО/см³	290	255	260	190	1230	3050	1500
18	Загальне мікробне число при 22°С, КУО/см³	380	1100	230	570		3100	2700
19	Загальні коліформи, КУО/дм³	1000	640	2140	100	44000	27000	1200

[illegible]

Додаток 3

Дозвіл на спеціальне водокористування №4/ДП/49д-20 від 13.01.2020

Відомості про водокористувача

Тип водокористувача

Юридична особа

Найменування

КОМУНАЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО "КРИВБАСВОДОКАНАЛ"

Ідентифікаційні дані

03341316

Місце реєстрації

ДНІПРОПЕТРОВСЬКА ОБЛАСТЬ, місто КРИВИЙ РІГ, вул. ЄСЕНІНА, буд. 6А

Місце скиду (у межах/за межами населеного пункту)

Скид біологічно очищених комунальних стічних вод (міські стічні води) Південна станція аерації у р. Інгулець в межах м. Кривий Ріг.

Код типу приймача зворотних (стічних) вод

(20) Річка

Назва приймача зворотних (стічних) вод

р. Інгулець

Категорія зворотних (стічних) вод

- господарсько-побутові

Код та назва водного об'єкта

ЧЕР/ДНЕПР/0045/Р.ІНГУЛЕЦЬ

Код та назва водогосподарської ділянки

M5.1.3.36 р. Інгулець від кордону Кіровоградської та Дніпропетровської областей до кордону Дніпропетровської та Херсонської областей (виключаючи р. Саксагань)

Тип водовідведення

Водовідведення у поверхневий водний об'єкт

Розшифровка типу водовідведення

Не зазначено

Допустимий обсяг скидання (м³/год)

921.92

Допустимий обсяг скидання (тис. м³/рік)

4800.00

Фактичний обсяг скидання (м³/год)

[illegible]

Забруднюючі речовини, скидання яких нормується	Фактична концентрація, мг/дм	Фактичний скид, г/год	Гранично-допустимі концентрації, мг/дм	ГДС, г/год	ГДС, перераховані у т/рік
Азот амонійний	2.00	1486.64	2.00	1643.84	9.600
БСК5	15.50	11521.46	15.00	12328.80	72.000
ХСК	81.00	60208.92	80.00	65753.60	384.00
Завислі речовини	16.00	11893.12	16.00	13150.72	76.800
Нафтопродукти	0.18	133.80	0.18	147.95	0.8640
Нітрати	48.90	36348.35	45.00	36986.40	216.000
Нітрити	2.41	1791.40	3.11	2556.17	14.9280
Сульфати	497.00	369430.04	497.00	408494.24	2385.6000
Фосфати	6.83	5076.88	6.83	5613.71	32.7840
Хлориди	496.00	368686.72	493.02	405223.00	2366.496
Алюміній	0,028	20,81	0,028	23,01	0,1344
Залізо загальне	0,33	245,30	0,33	271,23	1,584
Мідь	0,0032	2,38	0,0032	2,63	0,0154
Мінералізація (по сухому залишку)	2138,00	1589218,1	2028,03	1666878,4	9734,544
Нікель	0,050	37,17	0,050	41,10	0,2400
АПАР	0,120	89,20	0,120	98,63	0,5760
Феноли	0,001	0,74	0,001	0,82	0,0048
Хром (+3)	0,001	0,74	0,001	0,82	0,0048
Хром (+6)	0.001	0,74	0,001	0,82	0,0048
Цинк	0,0098	7,28	0,0098	8,05	0,0470
Хлор активний (вільний)	відсутн.	відсутн.	відсутн.	відсутн.	відсутн.
Хлор активний	1,50	1114,98	1,50	1232,88	7,2000

Інші показники та характеристики зворотних (стічних) вод

1. Плаваючі домішки (речовини): на поверхні водойми не повинні виявлятися плаваючі плівки, плями мінеральних масел і скупчення інших домішок; 2.Запахи: вода не повинна набувати не властивих їй запахів інтенсивністю більше 1 бала, що виявляється : безпосередньо або при подальшому хлоруванні, безпосередньо при інших способах обробки; 3. Забарвлення: не повинно виявлятися в стовпчику 20 см; 4. Температура:літня температура води в результаті спуску стічних вод не повинна підвищуватися більш ніж на 3°С у порівнянні із середньомісячною температурою самого жаркого місяця року за останні 10 років; 5. Водневий показник (pH): не повинен виходити за межі 6,5-8,5; 6. Розчинений: кисень не повинен бути менше 4 мг/дм³; 7. Збудники захворювань: вода не повинна містити збудників захворювань; 8. Лактопозитивні кишкові палички (ЛКП)не більше: 1000 БОЕ в 1 дм³; 9. Коліфаги(в бляшкообразуючих одиницях) не більше: 1000 БОЕ в 1 дм³; 10. Життездатні яйця гельмінтів (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосфери теніїд і життєздатні цисти патогенних кишкових найпростійших : не повинні міститися в 1 дм³; 11. Сумарна радіоактивність - не повинна перевищувати природного фону 2,0 Бк/кг; 12. Рівень токсичності води: зворотна вода не повинна мати гострої летальної токсичності для водних організмів

Таблиця 7.6

ВІДСТАНІ
по річки Інгулець, км (швидкість - 0,3 км/год)

Гребля Карачунівського водосховища	0,0
Гирло річки Саксагань	10,0
Обвідний канал	30,0
Південна станція аерації КОС	31,0
Скид з ставка-накопичувача	43,0
Міст с.м.т. Широке	46,0

Таблиця 7.7

Гарантована водовіддача р. Інгулець

Назва	$м^3/с$
р. Інгулець, створ нижче Карачунівського водосховища	0,30

Таблиця 7.8

Гарантована водовіддача р. Саксагань

Назва	$м^3/с$
р. Саксагань, створ Саксаганського порталу	0,30

Примітка: Фактичні витрати води з Саксаганського водосховища в період скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод у 2019 році були 1,7 та 2,5 $м^3/с$, а у 2020 р. – 1,0 та 1,5 м3/с.

Таблиця 7.9

Середньорічні витрати водовипусків,
які надходять в р. Інгулець у розрахункових створах

Назва	$м^3/с$
Обвідний канал	0,25
Південна станція аерації КП "Кривбасводоканал"	0,14

7.3 Характеристика об’єкту з якого здійснюється скид

Для забезпечення стабілізації водогосподарської ситуації на гірничорудних підприємствах Кривбасу, уникнення аварій на об'єктах підвищеної техногенної небезпеки, запобігання затоплення шахт та недопущення низки надзвичайних ситуацій, в міжвегетаційний період 2021-2022 рр. необхідно здійснити скид надлишків зворотних вод, у обсязі, наведеному у таблиці 7.10

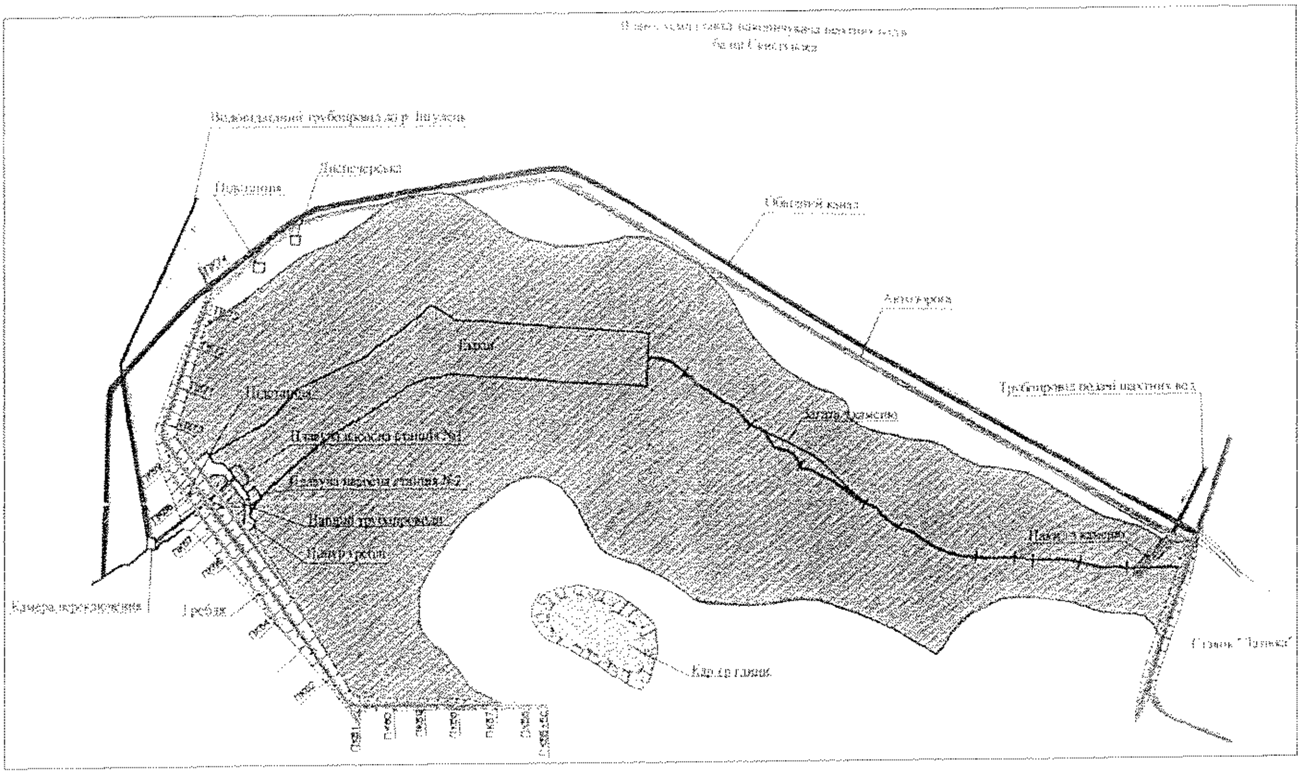
Таблиця 7.10

1.	Ставок-накопичувач шахтних вод в балці Свистунова ДП "Кривбасшахтозакриття"	10,02 – 9,30 млн.м^3
	Всього по Кривбасу	**10,02 – 9,30 млн.м^3**

Примітка: Обсяги скиду залежать від початку скиду (дивись розділ 9)

Ставок-накопичувач шахтних вод розміщений на лівому березі річки Інгулець в балці Свистунова, що входить у систему водозбору р. Інгулець. Адміністративно об’єкт розташований на південь від м. Кривий Ріг, у Криворіжському районі Дніпропетровської області. Ставок-накопичувач шахтних вод балки Свистунова є державною власністю та закріплений за Державне підприємство "Кривбасшахтозакриття" на правах господарського відання, як визначено статтею 136 Господарськоoо кодексу України та п. 6.6 Статуту підприємства.

Адреса : 50000 м. Кривий Ріг, проспект Поштовий,40, ЄДРПОУ 32975178, МФО 305493. ДП "Кривбасшахтозакриття", яке підпорядковане міністерству економічного розвитку і торгівлі України.



Малюнок 7.3.1: План-схема ставка-накопичувача

Ставок – накопичувач шахтних вод побудований в 1976 році згідно технічного проекту "Відводу шахтних вод Кривбасу", затвердженого наказом № 553 від 15.08.1972 р. МЧМ СРСР на підставі висновку № 50 від 11.08.1972 р. відділу експертизи проектів і кошторисів МЧМ СРСР.

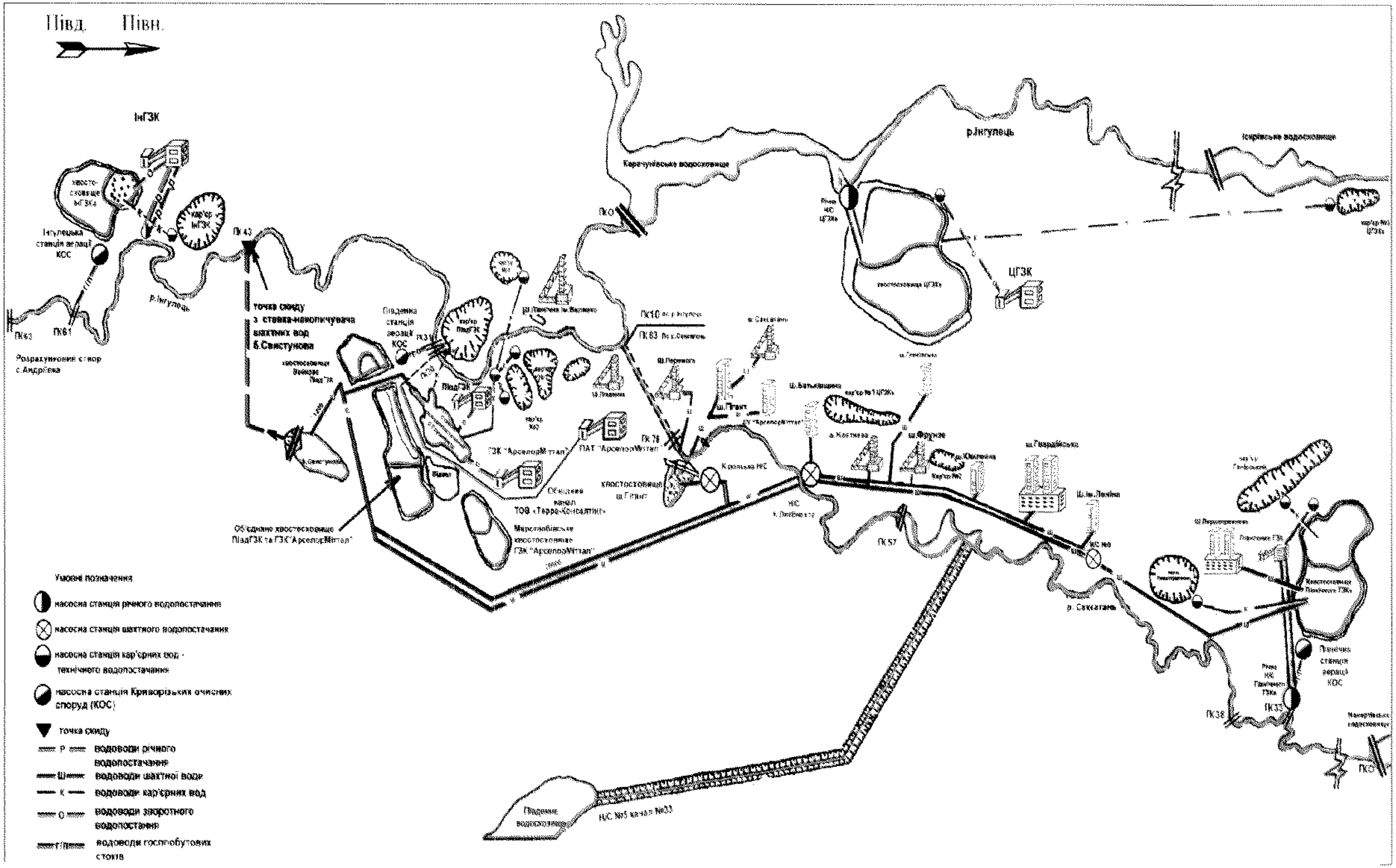
Відповідно до технічного проекту, ставок - накопичувач призначений для тимчасової акумуляції надлишків шахтних вод у вегетаційний період, з наступним повним його спорожненням в осінньо-зимовий період (міжвегетаційний період).

Технічна характеристика ставка – накопичувача:

Об'єкт відноситься до II класу капітальності/(СС2)
тип – балковий;
відмітка НПР - 88,5м;
повний обсяг (при НПР) – 12 млн.м^3;
площа дзеркала води (при НПР) – 216га;
рекомендована відмітка наповнення – 86,0м;
рекомендований обсяг наповнення (при 86,0м) – 7,75 млн.м^3;
площа дзеркала води (при 86,0м) – 145га;
мінімальний рівень спорожнення – 76,8м;
повний обсяг (при 76,8) – 0,5 млн.м^3;
гребля – насипна , ґрунтова, однорідна;
відмітка гребня греблі - 90,5м;
довжина греблі по гребню - 1,8км;
ширина греблі по гребню – 6–12м;
максимальна висота – 25,0м;
закладання укосів – 1:3, 1:3,5

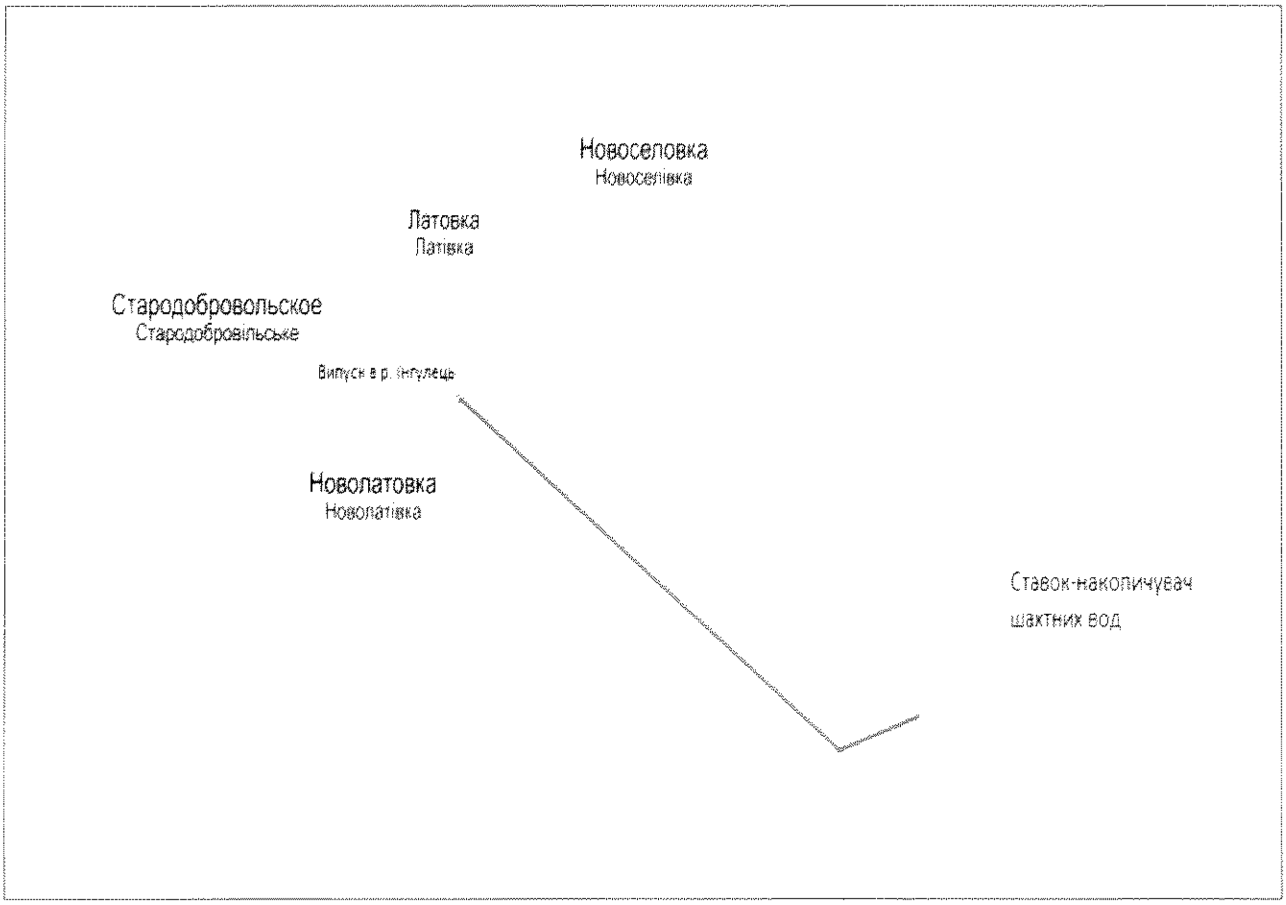
Через складні геологічні та гідрогеологічні умови в місці розташування об'єкту, ставок-накопичувач шахтних вод не було введено в експлуатацію після будівництва. До теперішнього часу ставок-накопичувач обліковується, як об'єкт незавершеного будівництва, на якому триває реалізація комплексних заходів з проведенням посиленого режиму спостережень та профілактичних ремонтних робіт з підтримки належного технічного стану об'єкту. За таких обставин фактичні можливості з тимчасової акумуляції надлишків шахтних вод в ставку-накопичувачі обмежені. Тимчасово дозволений максимальний обсяг накопичення надлишків шахтних вод в ставку-накопичувачу складає–7,750 млн. м^3, що відповідає позначці рівня води – 86,00м.

В ставок-накопичувач постійно надходять шахтні води з південної групи шахт. Наповнення ставка-накопичувача шахтними водами здійснюється по напірному трубопроводу діаметром 1200мм.



Малюнок 7.3.2 Схема технічного водопостачання, відводу, використання та скиду зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу

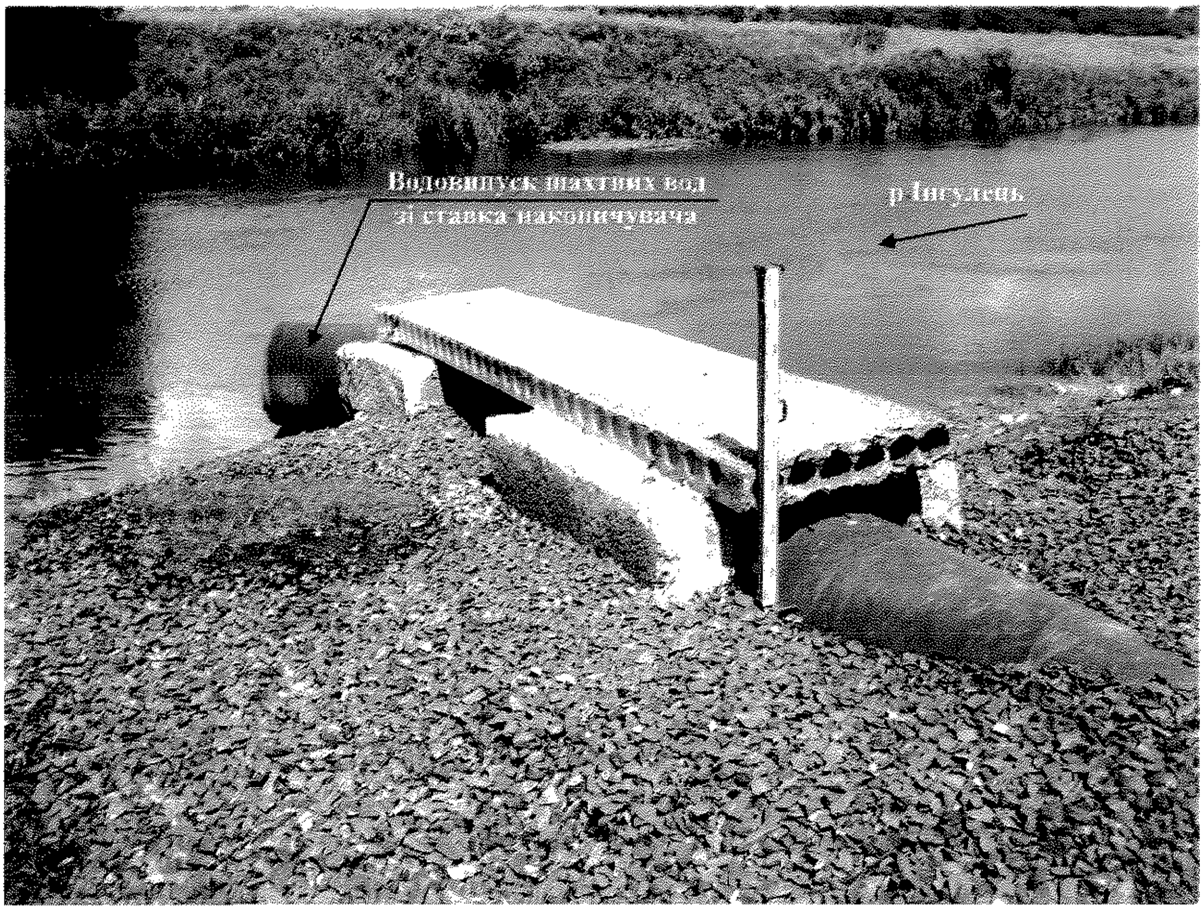
Відкачку води на скид забезпечують дві плавучі насосні станції. Для дозування випуску шахтних вод в р. Інгулець насосні станції мають технічну можливість регулювати витрати скиду від 0,6 до 0,9 м^3/с. Паралельний режим роботи насосних станцій може забезпечувати регульований скид шахтних вод в діапазоні від 0,6 до 1,7 м^3/с. Витрати встановлюються на спеціально обладнаних замірних вузлах на насосній станції і контролюється водомірним пристроєм.



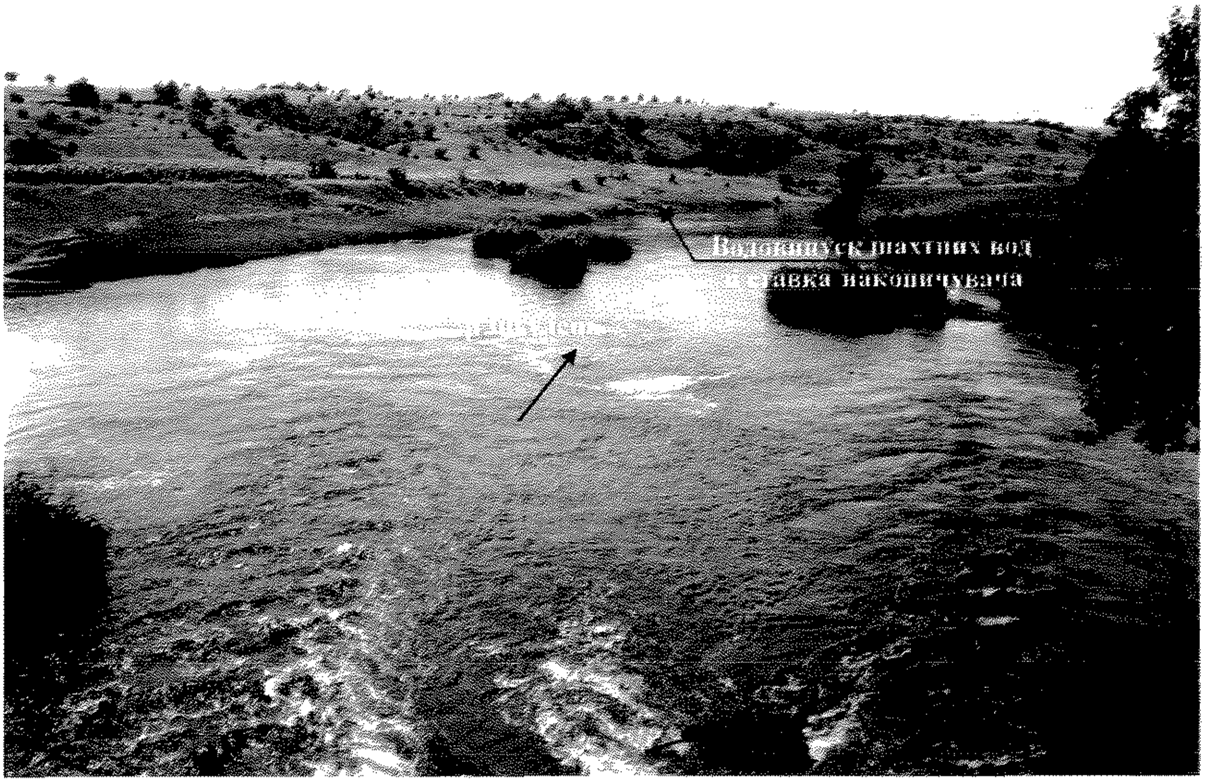
Малюнок 7.3.3: Схема розташування траси відвідного водоводу та водовипуску шахтних вод з ставка-накопичувача.

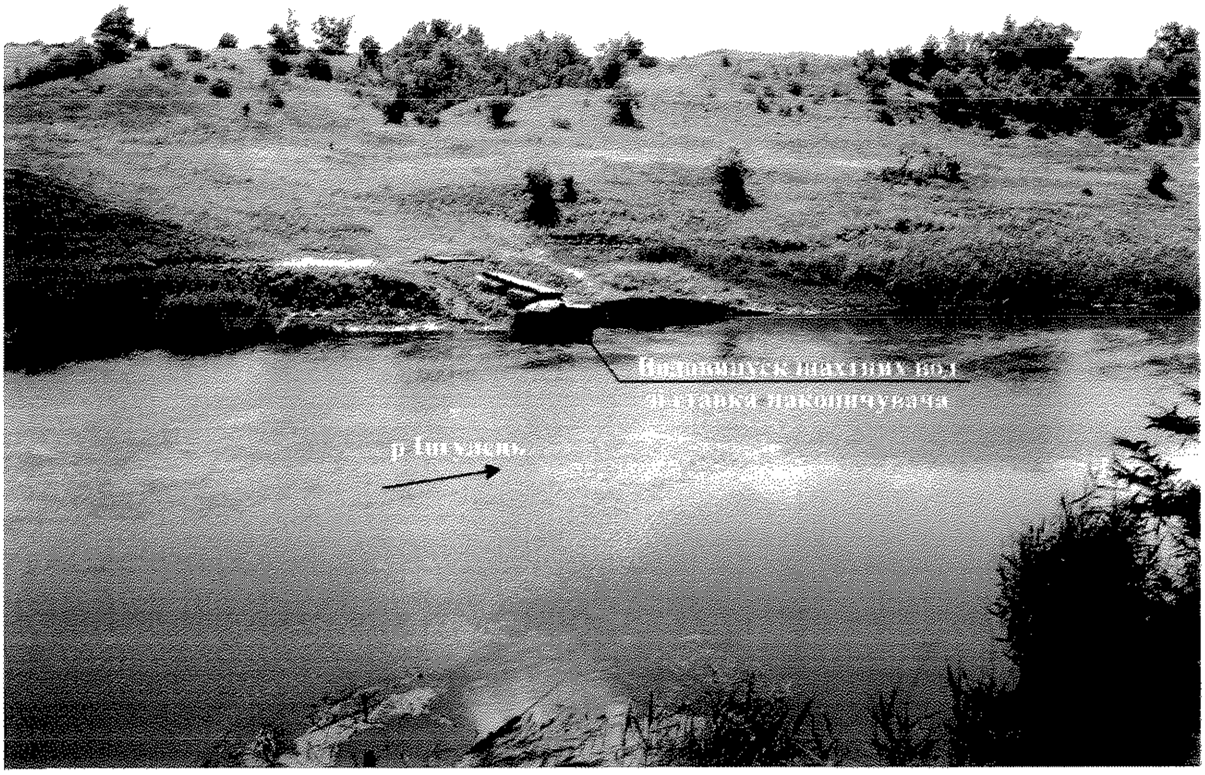
Скид надлишків зворотних вод з ставка-накопичувача в р. Інгулець здійснюється одним поверхневим зосередженим випуском, діаметром 1000мм, який розташований на лівому березі р. Інгулець, нижче с. Латівка, на 302 км від гирла. Географічні координати водовипуску: широта – 47°46'05", довгота 33°15'18". Фотографії місця водовипуску наведені стор. 84 та 85.

Відведення надлишків шахтних вод з ставка – накопичувача здійснюється згідно з індивідуальним регламентом скиду, відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України.


Водовипуск шахтних вод
зі ставка накопичувача
р.Інгулець

Автомобільний міст
с.Латівка
Водовипуск шахтних вод
зі ставка накопичувача


Водовипуск шахтних вод
зі ставка накопичувача


Водовипуск шахтних вод
зі ставка накопичувача
р Інгулець

Таблиця 7.11

Динаміка обсягів скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу з ставка-накопичувача шахтних вод

Міжвегетаційний період скиду (листопад-грудень)	Обсяг скиду, млн.м^3
2005-2006 рр.	10,762
2006-2007 рр.	10,420
2007-2008 рр.	11,000
2008-2009 рр.	11,708
2009-2010 рр.	11,195
2010-2011 рр.	11,100
2011-2012 рр.	10,874
2012-2013 рр.	9,950
2013-2014 рр.	9,420
2014-2015 рр.	10,188
2015-2016 рр.	9,836
2016-2017 рр.	9,596
2017-2018 рр.	4,730
2018-2019 рр.	4,294
2019-2020 рр.	4,208
2020-2021 рр.	6,320

В останні роки існує тенденція до поступового зменшення обсягів скидання надлишків зворотних вод з ставка-накопичувача (таблиця 7.11), що призводить до його стійкого та тривалого переповнення.

Враховуючи сучасний технічний стан ставка – накопичувача та зважаючи на наявний залишок зворотних вод за інформацією ДП «Кривбасшахтозакриття» очікується, що на 1 листопада 2021 року обсяг його наповнення становитиме 6,5 млн.м^3 , а якщо з 1 січня 2022 року – 7,57 млн.м^3.

На основі аналізу даних, наданих підприємствами, що відкачують шахтну воду у ставок-накопичувач за період скиду, що прогнозується в період з 01.11.2021 р. по 15.03.2022 р., очікуване надходження шахтної води у ставок-накопичувач становитиме 4,24 млн.м^3. З урахуванням скиду з паралельним надходженням, при умові спрацювання ставка-накопичувача до обсягів мертвого об'єму, обсяг скиду становитиме 10,02 млн.м^3 при умові початку скиду з 03 листопада 2021 року та відповідно 9,30 млн.м^3 при початку скиду з 01 січня 2022 року.

Більш пізній початок не дозволить звільнити ставок-накопичувач до рівня мертвого обсягу. В останні роки не відбувалося повного звільнення ставка-накопичувача від шахтної води (дивись додаток 4).

Додаток 4

МІНЕКОНОМІКИ

ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ" (ДП"КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ")

пр-т Поштовий, 40, м. Кривий Ріг, 50000, тел/факс (056) 404-12-40(31), e-mail: office@zakryttya.org.ua, код згідно з ЄДРПОУ 32975178

Інформація щодо регламентних скидів надлишків зворотних (шахтних) вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-накопичувача в б.Свистунова (за період 2015 – 2021 років)

Регламентний скид 2015 – 2016 рр.

Розпорядження КМУ № 1263-р від «02» грудня 2015 р.
Період скиду з 09.12.2015р. по 01.03.2016р.
Загальний обсяг скиду – 9836,0 тис. м^3.

Регламентний скид 2016 – 2017 рр.

Розпорядження КМУ № 929-р від «07» грудня 2016 р.
Період скиду з 14.12.2016р. по 01.03.2017р.
Загальний обсяг скиду – 9596,0 тис. м^3.

Регламентний скид 2017 – 2018 рр.

Розпорядження КМУ № 23-р від «17» січня 2018 р.
Період скиду з 23.01.2018р. по 01.03.2018р.
Загальний обсяг скиду – 4730,0 тис. м^3.

Регламентний скид 2018 – 2019 рр.

Розпорядження КМУ № 1096-р від «27» грудня 2018 р.
Період скиду з 28.01.2019р. по 01.03.2019р.
Загальний обсяг скиду – 4294,0 тис. м^3.

Регламентний скид 2019 – 2020 рр.

Розпорядження КМУ № 1410-р від «27» грудня 2019 р.
Період скиду з 17.01.2020р. по 01.03.2020р.
Загальний обсяг скиду – 4208,0 тис. м^3.

Регламентний скид 2020 – 2021 рр.

Розпорядження КМУ № 1670-р від «28» грудня 2020 р.
Період скиду з 17.01.2021р. по 15.03.2021р.
Загальний обсяг скиду – 6320,0 тис. м^3.

Директор **Віталій БЄЛІК**

ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО «КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ» 32975178

МІНЕКОНОМІКИ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
«КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ»
ідентифікаційний код 32975174
50008, м. Кривий Ріг, пр-т Поштовий, 48

Інформація
щодо наповнення зворотними (шахтними) водами гірничорудних підприємств Кривбасу ставка-накопичувача в б.Свистунова (період 2016 — 2021/січень-серпень) роках.

Рік місяць (на 01.)	Рівень води, м	Об`єм води тис.куб.м.	Примітка
2016			
січень	84.03	5266.0	
лютий	79.86	1807.4	
березень	77.09	603.0	
квітень	79.50	1608.9	
травень	80.95	2515.6	
червень	82.03	3344.3	
липень	82.82	4044.4	
серпень	83.40	4615.0	
вересень	84.05	5290.0	
жовтень	84.50	5817.8	
листопад	85.02	6431.3	
грудень	85.53	7119.0	
2017			
січень	84.42	5724.0	
лютий	80.53	2237.0	
березень	77.10	604.0	
квітень	79.50	1608.9	
травень	81.03	2572.0	
червень	82.13	3433.0	
липень	82.84	4062.2	

серпень	83.50	4717.6
вересень	84.02	5255.0
жовтень	84.50	5876.5
листопад	85.06	6485.3
грудень	85.52	7105.0
2018		
січень	86.02	7784.0
лютий	86.24	8129.0
березень	83.27	4481.0
квітень	84.08	5325.0
травень	84.63	5970.0
червень	85.05	6472.0
липень	85.55	7146.0
серпень	85.83	7523.0
вересень	86.02	7784.0
жовтень	86.60	8694.0
листопад	86.85	9087.0
грудень	87.13	9566.0
2019		
січень	87.44	10147.0
лютий	87.17	9641.0
березень	84.13	5384.0
квітень	84.62	5959.0
травень	85.02	6431.0
червень	85.44	6998.0
липень	85.65	7281.0
серпень	85.68	7321.0
вересень	85.80	7483.0

Графік залежності об`ємів наповнення чаші від рівня води (2001 рік інститут "Укрводпроект")

жовтень	85.91	7631.0
листопад	86.05	7831.0
грудень	86.19	8051.0
2020		
січень	86.37	8333.3
лютий	85.40	6943.6
березень	83.85	5077.0
квітень	84.19	5454.0
травень	84.51	5830.0
червень	84.88	6264.0
липень	85.17	6634.0
серпень	84.92	6311.0
вересень	85.08	6512.0
жовтень	85.29	6794.0
листопад	85.49	7062.0
грудень	85.65	7281.0
2021		
січень	85.92	7615.0
лютий	85.17	6636.0
березень	81.89	3233.0
квітень	81.10	2626.0
травень	81.78	3043.0
червень	82.44	3573.0
липень	83.06	4119.0
серпень	83.52	4560.0

Графік залежності об'ємів наповнення чаші від рівня води (2021 рік інститут "Укрводпроект"

Директор ДП "Кривбасшахтозакриття" **В. Велік**

ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО «КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ» Ідентифікаційний код 32975173 місто Кривий Ріг Дніпропетровська обл.

Таблиця 7.12

КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН
в зворотних водах гірничорудних підприємств Кривбасу

№ п/п	Назва забруднюючих речовин	Назва джерела водовипуску: ДП «Кривбасшахтозакриття», ставок – накопичувач б. Свистунова, мг/л
1.	Хлориди	19885
2.	Сульфати	1425
3.	Мінералізація	42300
4.	Азот амонійний	0,23
5.	БСК $_5$	3,07
6.	Нітрати	2,82
7.	Нітрити	0,20
8.	Завислі речовини	14,8
9.	Нафтопродукти	0,033
10.	Залізо загальне	0,102
11.	Феноли	Менше 0,001
12.	Фосфати	0,032
13.	Розчинний кисень	5,96
14.	ХСК	-
15.	pH	7,82

Примітка: Дані, наведені у таблиці є середні за період скиду зворотніх вод у 2021 році, розраховані на основі аналізу результатів лабораторних досліджень, виконаних хіміко-бактеорологічної лабораторії КП «Кривбасводоканал» (додаток 5).

Зважаючи, що ставок-накопичувач шахтних вод у б. Свистунова є гідротехнічною спорудою, яка розташована на поверхні, в межах водозбірної площі р. Інгулець і перебуває в однакових природно-кліматичних умовах що і р. Інгулець, нормування t° показників води в регламенті не здійснювалося, оскільки t° показник зворотної води, що скидається не впливає на t° режим води р. Інгулець.

При підготовці вихідних даних були задіяні інформаційно-довідкові та аналітичні матеріали Дніпропетровського обласного управління водних ресурсів, державної екологічної інспекції Придніпровського округу (Дніпропетровська і Кіровоградська області), Дніпропетровського регіонального центру з гідрометеорології – авіаметеостанції м. Кривий Ріг, центральної геофізичної обсерваторії державної служби України з надзвичайних ситуацій м. Київ, експлуатуючих організацій: державного підприємства «Кривбасшахтозакриття» (додаток 5), комунального підприємства «Кривбасводоканал», гірничорудних підприємств.

Додаток 5

Динаміка вмісту забруднюючих речовин (хіманаліз на 15 речовин)в р.Інгулець при скиді зворотних вод в 2021р. у створі №5 (вище скиду зі ставка-накопичувача) ДП "КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ"

№ з/п	Найменування показників (характеристик), од.вим./Фактичне значення показника	Періодичність відбору							
		1-й тиждень (20.01)	2-й тиждень (27.01)	3-й тиждень (03.02)	4-й тиждень (10.02)	5-й тиждень (17.02)	6-й тиждень (24.02)	7-й тиждень (03.03)	8-й тиждень (10.03)
1	Хлориди, мг/дм3	328	361	356	359	416	410	442	475
2	Сульфати, мг/дм3	642	777	776	623	671	640	643	639
3	Мінералізація, мг/дм3	1934	2254	2242	1968	2056	2014	1950	2250
4	Азот амонійний, мг/дм3	0,14	0,39	0,52	0,32	0,42	0,41	0,17	0.14
5	Біохімічне споживання кисню (БСК5), мгО2/дм3	3,28	3,52	6,36	5,74	3,86	3,96	3,72	5,38
6	Нітрати, мг/дм3	2,37	3,23	5,83	2,15	3,75	3,56	3,72	3,61
7	Нітрити, мг/дм3	0,035	0,087	0,22	0,079	0,13	0,14	0,72	0,17
8	Завислі речовини, мг/дм3	10,6	19,4	18,6	13,2	11,2	14	16	16,8
9	Нафтопродукти, мг/дм3	0,01	0,07	0,05	0,05	0,08	0,035	0,06	0,018
10	Залізо (загальне), мг/дм3	0,14	0,27	0,15	0,064	0,09	0,079	0,11	0,1
11	Феноли, мг/дм3	0,001	>0,001	>0,001	>0,001	>0,001	>0,001	>0,001	>0,001
12	Фосфати, мг/дм3	0,3	0,3	0,31	0,27	0,24	0,25	0,2	0,14
13	Кисень розчинний, мг/дм3	7,61	8,06	7,2	7,87	7,22	9,8	7,49	7,39
14	Хімічне споживання кисню (ХСК), мгО/дм3	39,7	51,1	42,9	29,6	41,8	31,4	30,1	44,3
15	pH	7,86	7,68	7,87	7,95	7,94	8,07	7,95	8,06

Динаміка вмісту забруднюючих речовин (хіманаліз на 15 речовин)в р.Інгулець при скиді зворотних вод в 2021р. у створі №6 (скид зі ставка-накопичувача) ДП "КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ"

№ з/п	Найменування показників (характеристик), од.вим./Фактичне значення показника	Періодичність відбору							
		1-й тиждень (20.01)	2-й тиждень (27.01)	3-й тиждень (03.02)	4-й тиждень (10.02)	5-й тиждень (17.02)	6-й тиждень (24.02)	7-й тиждень (03.03)	8-й тиждень (10.03)
1	Хлориди, мг/дм3	19625	19074	20721	19990	20318	20139	20107	19107
2	Сульфати, мг/дм3	1402	1408	1413	1408	1496	1416	1423	1434
3	Мінералізація, мг/дм3	41972	40930	42934	42664	42396	41930	42954	42620
4	Азот амонійний, мг/дм3	0,25	0,26	0,27	0,22	0,2	0,21	0,26	0,15
5	Біохімічне споживання кисню (БСК5), мгО2/дм3	3,26	3,06	3,16	2,52	3,28	3,08	3,12	3,24
6	Нітрати, мг/дм3	1,23	3,18	3,19	2,47	3,07	2,99	2,85	3,56
7	Нітрити, мг/дм3	0,084	0,12	0,084	0,94	0,12	0,098	0,096	0,068
8	Завислі речовини, мг/дм3	17,8	17,4	13,5	14	16,2	15,8	10,00	13,6
9	Нафтопродукти, мг/дм3	0,06	0,02	0,02	0,06	0,02	0,017	0,04	0,025
10	Залізо (загальне), мг/дм3	0,12	0,14	0,03	0,083	0,1	0,12	0,11	0,11
11	Феноли, мг/дм3	0,001	> 0,001	> 0,001	>0,001	>0,001	>0,001	>0,001	>0,001
12	Фосфати, мг/дм3	0,027	0,068	0,043	0,023	0,024	0,03	0,02	0,018
13	Кисень розчинний, мг/дм3	6,74	6,18	5,65	5,58	6,48	6	5,86	5,2
14	Хімічне споживання кисню (ХСК), мгО/дм3								
15	pH	7,84	7,79	7,99	7,87	7,72	7,81	7,82	7,68

Динаміка вмісту забруднюючих речовин (хіманаліз на 15 речовин)в р.Інгулець при скиді зворотних вод в 2021р. у створі №7 (нижче скиду зі ставка-накопичувача) ДП "КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ"

№ з/п	Найменування показників (характеристик), од.вим./Фактичне значення показника	Періодичність відбору							
		1-й тиждень (20.01)	2-й тиждень (27.01)	3-й тиждень (03.02)	4-й тиждень (10.02)	5-й тиждень (17.02)	6-й тиждень (24.02)	7-й тиждень (03.03)	8-й тиждень (10.03)
1	Хлориди, мг/дм3	2007	3322	3094	2984	3392	3233	2908	2860
2	Сульфати, мг/дм3	876	866	854	870	892	708	696	713
3	Мінералізація, мг/дм3	5616	6724	6689	6714	7054	6814	6588	6628
4	Азот амонійний, мг/дм3	0,36	0,31	0,47	0,31	0,41	0,49	0,95	0,22
5	Біохімічне споживання кисню (БСК5), мгО2/дм3	3,28	4,32	5,24	5,22	4,12	3,52	3,9	6,32
6	Нітрати, мг/дм3	2,96	2,47	4,8	2,9	3,18	2,53	2,99	3,17
7	Нітрити, мг/дм3	0,05	0,087	0,21	0,069	0,13	0,13	0,18	0,15
8	Завислі речовини, мг/дм3	12,4	10,8	14,6	15,4	12,8	13,6	13,8	14,8
9	Нафтопродукти, мг/дм3	0,01	0,03	0,03	0,05	0,03	0,063	0,01	0,027
10	Залізо (загальне), мг/дм3	0,13	0,1	0,11	0,066	0,07	0,08	0,1	0,08
11	Феноли, мг/дм3	0,001	>0,001	>0,001	>0,001	>0,001	>0,001	>0,001	>0,001
12	Фосфати, мг/дм3	0,26	0,26	0,28	0,22	0,21	0,2	0,16	0,11
13	Кисень розчинний, мг/дм3	6,77	6,27	6,51	6,06	8,16	6,8	7,16	6,88
14	Хімічне споживання кисню (ХСК), мгО/дм3	42,2	48,4	49,3	48,8	49,5	42,2	41	50,2
15	pH	7,92	8,05	7,72	7,96	7,97	8	8,06	8,12

8. РЕЖИМ СКИДУ НАДЛИШКІВ ЗВОРОТНИХ ВОД ЗІ СТАВКА-НАКОПИЧУВАЧА У БАЛЦІ СВИСТУНОВА ДП «КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ» В РІЧКУ ІНГУЛЕЦЬ

Зважаючи на складність прогнозування початку скиду, базуючись на досвіді попередніх років, у даному розділі наведено три варіанти початку скиду з розбавлення зворотних вод шляхом подачі відповідних витрат з Карачунівського водосховища, що забезпечать скид надлишків зворотних вод у ставку-накопичувачі до рівня мертвого обсягу.

Перший варіант передбачає початок скиду води зі ставка-накопичувача з 05 листопада 2021 року, а завершення – 14 березня 2022 року. Тривалість скиду - 130 діб. Режим скиду наведено у таблиці 8.1.

Таблиця 8.1

Витрати скиду з б. Свистунова

Етапи режиму скиду	Час t від початку скиду, доба	Витрата, м^3/с
1	1-3	**0,60**
2	4	**0,60/0,90**
3	5-130	**0,90**

Другий варіант передбачає початок скиду води зі ставка-накопичувача з 03 грудня 2021 року, а завершення – 14 березня 2022 року. Тривалість скиду - 102 доби. Режим скиду наведено у таблиці 8.2.

Таблиця 8.2

Витрати скиду з б. Свистунова

Етапи режиму скиду	Час t від початку скиду, доба	Витрата, м^3/с
1	1-3	**0,60**
2	4	**0,60/0,90**
3	5	**0,90/1,60**
4	6-34	**1,6**
5	35	**1,6/0,90**
6	36-102	**0,90**

Третій варіант передбачає початок скиду води зі ставка-накопичувача з 03 січня 2022 року, а завершення – 14 березня 2022 року. Тривалість скиду - 71 доба. Режим скиду наведено у таблиці 8.3.

Таблиця 8.3

Витрати скиду з б. Свистунова

Етапи режиму скиду	Час t від початку скиду, доба	Витрата, $м^3/с$
1	1-3	**0,60**
2	4	**0,60/0,90**
3	5	**0,90/1,60**
4	6-68	**1,6**
5	69	**1,6/0,90**
6	70-71	**0,90**

У таблиці 8.4 наведено очікувані у період скиду концентрації забруднюючих речовин у ставку-накопичувачі шахтних вод

Таблиця 8.4

Концентрації забруднюючих речовин
в ставку – накопичувачу у б. Свистунова

Назва компонентів	мг/л
Хлориди	**20721**
Сульфати	**1496**
Мінералізація	**42954**
Азот амонійний	**0,27**
$БСК_5$	**3,28**
Нітрати	**3,19**
Нітрити	**0,94**
Завислі речовини	**17,8**
Нафтопродукти	**0,06**
Залізо загальне	**0,14**
Феноли	**Менше 0,001**
Фосфати	**0,068**
Розчинний кисень	**6,74**
ХСК	**-**
pH	**7,82**

***Примітка**: 1. Концентрація забруднюючих речовин в зворотних водах, що скидаються, приведена у відповідності до найвищих показників, зафіксованих за попередній скид у ставку-накопичувачі шахтних вод (січень – лютий 2021р.), але при скиді не може перевищувати табличних даних більше ніж на 10%.*

2. *Початок скиду на 3 добу, після встановлення попусків з Карачунівського водосховища. При умові, що попуски з Карачунівського водосховища розпочнуться 03.11.2021 р. скид зі ставка-накопичувача має розпочатися 05.11.2021 р.*

9. РЕЖИМ ПОПУСКІВ ВОДИ З КАРАЧУНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ДЛЯ РОЗБАВЛЕННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД

Одним з механізмів зниження концентрації забруднюючих речовин при скиданні зворотних вод у водні об'єкти є - розбавлення. Розбавлення зворотних вод - це процес зниження концентрації забруднюючих речовин у водоймах, викликаний перемішуванням зворотних вод з водним середовищем, в яке вони випускаються.

Розбавлення зворотних вод у водотоках визначається комплексним впливом наступних трьох процесів:

- розподіл зворотних вод у початковому перерізі водотоку, яке залежить від конструкції випускної споруди;
- початкового розбавлення зворотних вод, що протікає під дією турбулентних струменів;
- основного розбавлення зворотних вод, що визначається гідродинамічними процесами водойм і водотоків.

Всі фактори та умови, що характеризують процес розбавлення зворотних вод, можна розділити на дві групи:

1 група - конструктивні і технологічні особливості випуску зворотних вод (конструкція випускної споруди; число, форма і розміри випускних отворів; витрата і швидкість зворотних вод, що скидаються; наявність регулюючих споруд, технологія та санітарні показники зворотних вод (фізичні властивості, концентрація забруднюючих речовин та ін.);

2 група – метеорологічні, гідрологічні та гідравлічні особливості водойм і водотоків (характер руху водних мас; причини, що викликають ці рухи (стік, вітер, температура, щільність і т.д.; морфологічні характеристики русла водотоку або ложа водойми; ступінь проточності водойми, склад і властивості водного середовища).

Наприклад, із чинників першої групи встановлено, що розбавлення протікає більш інтенсивно при розсіювальних випусках. З фізичних властивостей зворотної води найбільший вплив на розбавлення надають початкова щільність і температура, причому не їх абсолютні значення, а різниця між параметрами зворотної води і навколишнього водного середовища.

З факторів другої групи істотне значення мають вторинні течії, що мають місце, наприклад, на повороті русла, коли потоки рухаються не тільки в основному, але і у зворотному напрямку, наявність у водоймі берм, брівок тощо.

Схема організації подачі води на розбавлення передбачає регульований режим скиду води з Карачунівського водосховища витратами, визначеними у регламенті. Для дотримання рекомендованого вмісту забруднюючих речовин у контрольному створі на різних етапах скиду зворотних вод, поступового зростання вмісту забруднюючих речовин на початку скиду, а також поступового зменшення їх наприкінці скиду, визначаються етапи та режим попусків води для розбавлення.

Зважаючи на складність прогнозування початку скиду, у даному розділі наведено три варіанти початку скиду з розбавлення зворотнихвод шляхом подачі відповідних витрат з Карачунівського водосховища.

Перший варіант, що передбачає початок подачі води на розбавлення з 3 листопада 2021 року, а завершенням 15 березня 2022 року, наведено в табл.9.1.

Режим попусків води з Карачунівського водосховища для розбавлення.

Варіант 1

Таблиця 9.1

Тривалість попусків 133 доби (з 1 по 133 добу)

Етапи режиму попусків	Час t від початку попусків, доба	Витрата, $м^3/с$	Обсяг, тис. $м^3$
1	1 -133	**6,0**	68947,0

Розрахунковий обсяг попуску води з Карачунівського водосховища в р. Інгулець, необхідний для розбавлення зворотних вод складає – 68947,0 тис.$м^3$.

Другий варіант, що передбачає початок подачі води на розбавлення з 1грудня 2021 року, а завершенням 15 березня 2022 року, наведено в табл.9.2.

Режим попусків води з Карачунівського водосховища для розбавлення.

Варіант 2

Таблиця 9.2

Тривалість попусків 105 діб (з 1 по 105 добу)

Етапи режиму попусків	Час t від початку попусків, доба	Витрата, $м^3/с$	Обсяг, тис. $м^3$
1	1 - 3	**6,0**	1555,0
2	4 - 35	**10,0**	27648,0
3	36 – 105	**6,0**	36288,0

Розрахунковий обсяг попуску води з Карачунівського водосховища в р. Інгулець, необхідний для розбавлення зворотних вод складає – 65491,0 тис.$м^3$.

Третій варіант, що передбачає початок подачі води на розбавлення з 01 січня 2022 року, а завершенням 15 березня 2022 року, наведено в табл.9.3.

Режим попусків води з Карачунівського водосховища для розбавлення.

Варіант 3

Таблиця 9.3

Тривалість попусків 74 доби (з 1 по 74 добу)

Етапи режиму попусків	Час t від початку попусків, доба	Витрата, $м^3/с$	Обсяг, тис. $м^3$
1	1 - 3	**6,0**	1555,0
2	4 - 72	**10,0**	59616,0
3	73-74	**6,0**	1037,0

Розрахунковий обсяг попуску води з Карачунівського водосховища в р. Інгулець, необхідний для розбавлення зворотних вод складає – 62208,0 тис.м^3.

Попуски води з Карачунівського водосховища здійснює ДПП «Кривбас-промводопостачання». Подача води для розбавлення здійснюються за кошти гірничорудних підприємств шляхом компенсації водопостачальним організаціям відповідних послуг.

10 РОЗПОДІЛ ПАЙОВОЇ УЧАСТІ ГІРНИЧОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ КРИВБАСУ ПО ПОДАЧІ ВОДИ ДЛЯ РОЗБАВЛЕННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД ПІД ЧАС ЇХ СКИДУ

Ставок - накопичувач у б.Свистунова

Таблиця 10.1

Назва підприємства	Фактичний обсяг відкачки зворотних вод в південному напрямку за 2020 рік, тис.$м^3$	Пайова участь, %	Розподіл обсягів подачі води для розбавлення, тис.$м^3$		
			По варіантам початку подачі води на розбавлення:		
			з 03 листопада	з 01 грудня	з 01 січня
АТ "Кривбасзалізрудком", в т.ч.:	4961,0	45,87	31625,99	30040,72	28534,81
ш."Октябрська"	890,1	8,23	5674,34	5389,91	5119,72
ш."Родіна"	4070,9	37,64	25951,65	24650,81	23415,09
ПрАТ "СУХА БАЛКА" ш. ім. Фрунзе	1280,0	11,83	8156,43	7747,58	7359,21
ШУ ПАТ "Арселор Міттал Кривий Ріг"	2191,5	20,26	13968,66	13268,48	12603,34
ПРАТ "ЦГЗК" ш."Гігант-Дренажна"	2383,7	22,04	15195,92	14434,22	13710,64
Разом:	**10816,2**	**100,0**	**68947,0**	**65491,0**	**62208,0**

Примітка: Угоди з водопостачальними організаціями, на подачу необхідного обсягу води для розбавлення зворотних вод, укладаються гірничорудними підприємствами перед початком робіт зі скиду.

11. КОНТРОЛЬНІ СТВОРИ НА Р. ІНГУЛЕЦЬ ТА ВМІСТ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В НИХ

На період скиду, для контролю за хімічним складом води та відбору проб, на річці Інгулець встановлюється 8 тимчасових контрольних створів, в тому числі 5 розрахункових контрольних створів та 3 контрольних створи на постійно та періодично діючих водовипусках в р. Інгулець, розташованих нижче греблі Карачунівського водосховища до замикаючого контрольного створу. Створами, що забезпечують контроль скиду зворотних вод та якість їх розбавлення, є три тимчасові пости, а саме № 5, №6 та №7.

Перелік тимчасових контрольних створів на р. Інгулець

Таблиця 11.1

№ пп	Перелік контрольних створів	Відповідальне підприємство
1.	р. Інгулець, створ нижче впадіння р. Саксагань	ПРАТ "ЦГЗК"
2.	гирло обвідного каналу	ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"
3.	р. Інгулець, нижче обвідного каналу	ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"
4.	випуск південної станції аерації КОС	КП «Кривбасводоканал»
5.	р. Інгулець, вище скиду з ставка-накопичувача б. Свистунова, міст с. Латівка	ДП "Кривбасшахтозакриття"
6.	скид з ставка-накопичувача б. Свистунова	ДП "Кривбасшахтозакриття"
7.	р. Інгулець, нижче скиду з ставка-накопичувача б. Свистунова, міст на Інгулець	ДП "Кривбасшахтозакриття" Державна екологічна інспекція
8.	р. Інгулець, міст смт. Широке	АТ «Кривбасзалізрудком»

На період проведення дозованого скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу в р. Інгулець встановлюються тимчасові контрольні створи по контролю за якістю води в р. Інгулець та постійно діючими водовипусками, які розташовані нижче Карачунівського водосховища до замикаючого контрольного створу. Перелік контрольних створів наведено в табл. 11.1.

В таблиці 8.4 наведено вміст забруднюючих речовин, який можна очікувати у ставку-накопичувачі під час скиду зворотних вод у 2021-2022р. і буде контролюватися у створі №6, а у створі №5 буде оперативно відслідковуватися якість води, що приходить в зону розбавлення.

В таблиці 12.1 наведено результати прогнозних розрахунків вмісту забруднюючих речовин у тимчасовому контрольному створі нижче скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод.

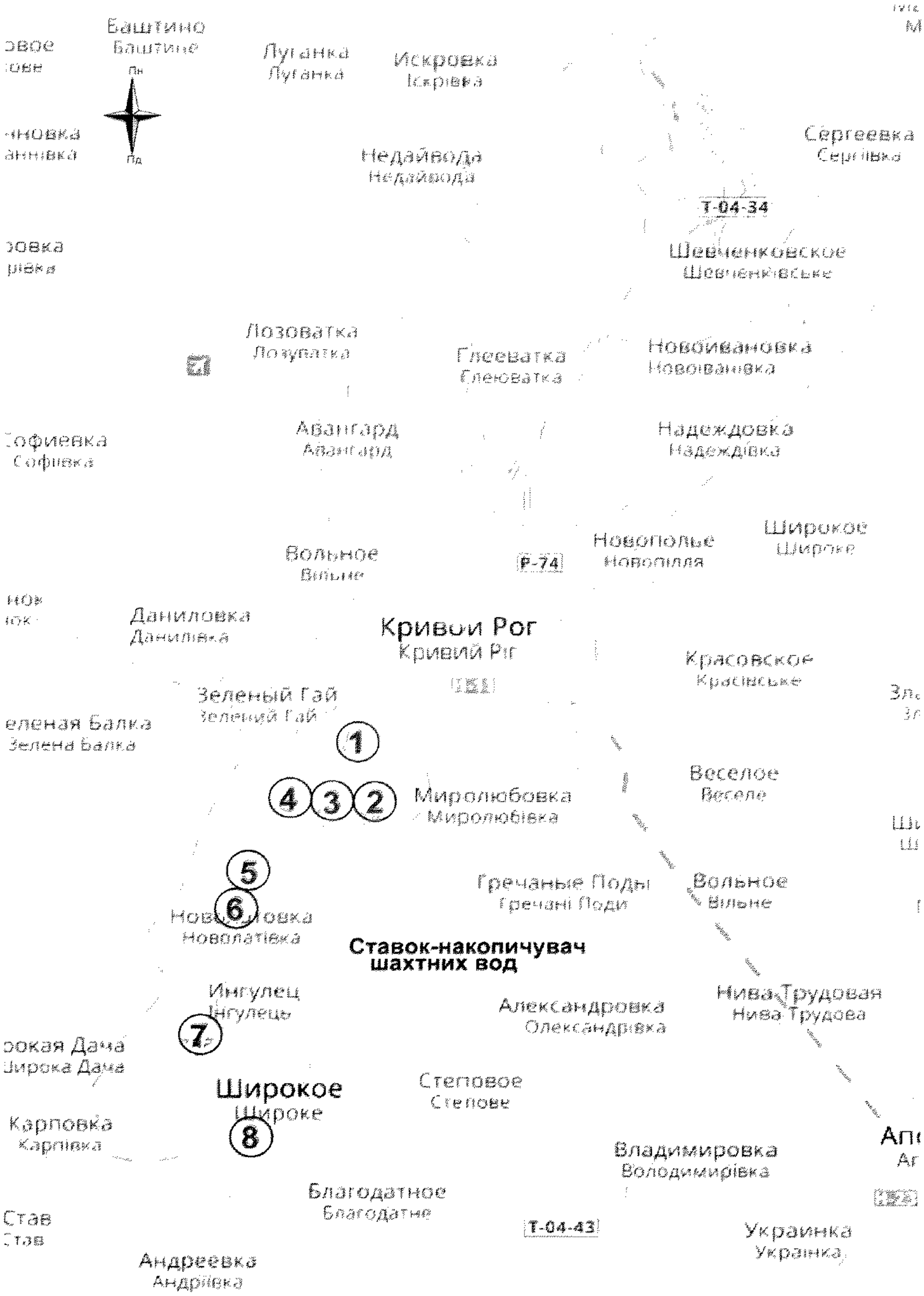


Рисунок 11.1 Схема розташування контрольних створів.

12. ПОРЯДОК ДІЙ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЗА ДОТРИМАННЯМ ВИМОГ РЕГЛАМЕНТУ

Дозвіл на здійснення скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу надає Кабінет Міністрів України у відповідному розпорядженні.

Після одержання дозволу, наказом по підприємствам призначаються особи, відповідальні за дотримання вимог регламенту скиду, лаборанти по відбору проб води і проведенню хімічних аналізів, встановлюється графік чергування відповідальних фахівців, закріплюється черговий автотранспорт, організується безперебійний зв'язок. Оперативна інформація стосовно якості води повинна передаватися закріпленими за контрольними створами підприємствами ДП «Кривбасшахтозакриття» для аналізу умов у водному об'єкті та прийняття управлінських рішень по коригуванню режимів скиду.

При здійсненні скиду з початку встановлюються необхідні попуски води для розбавлення зворотних вод і лише після цього, згідно регламенту, поступово встановлюються витрати скиду зворотної води з ставка-накопичувача. З метою безумовного виконання регламенту скиду та оперативного регулювання витрат, джерело скиду повинно бути обладнане регулюючими і обліковими пристроями.

Про початок скиду попереджаються Міністерство економіки України, Дніпропетровська, Миколаївська та Херсонська облдержадміністрації, Державна екологічна інспекція Придніпровського округу (Дніпропетровська і Кіровоградська області), Криворізький міськвиконком.

На період проведення скиду підприємства зобов'язані:

1. Щодня, крім вихідних та святкових днів, здійснювати контроль за обсягами води, що скидаються.

2. Щодня, крім вихідних та святкових днів, проводити відбір проб води у закріплених тимчасових контрольних створах на визначення вмісту хлоридів, сульфатів, азоту амонійного та нітритів.

3. Раз на тиждень здійснювати відбір проб води у закріплених тимчасових контрольних створах для проведення повного хімічного аналізу наявності забруднюючих речовин по 15 компонентам.

4. Здійснювати дослідження по визначенню бактеріологічних, радіологічних показників та рівня токсичності (на основі біотестування) вод, що скидаються, а також річки вище та нижче місця скиду.

5. Надавати Державній екологічній інспекції Придніпровського округу інформацію про обсяги скинутих зворотних вод та результати хімічних аналізів проб відібраних у тимчасових контрольних створах.

6. Негайно вживати заходів по усуненню порушень регламенту скиду.

7. При незначних та нетривалих змінах зовнішніх умов (погіршенні якості зворотної води, зміні гідрологічних умов тощо) підприємство, що здійснює скид надлишків зворотних вод, повинно оперативно скоригувати витрати зворотної води для дотримання розрахункових показників якості води в контрольному створі нижче скиду.

8. При значних змінах якості води, що надходить до зони змішування (контрольний створ №5) та зворотних вод, які скидаються (створ №6) більше ніж на 10% у сторону перевищення контрольних концентрацій, з метою недопущення перевищення розрахункових показників якості води в контрольних створах нижче скиду, гірничорудні підприємства, за рахунок яких здійснюється розбавлення зворотних вод , повинні вживати додаткових організаційних заходів по збільшенню обсягів попусків води для розбавлення чи зменшенню обсягів скиду зворотних вод. Окремо по вище розташованих тимсасових контрольних створах відповідальні підприємства (див. табл. 11.1) повинні відслідковуватися можливі джерела, що негативно вплинули на якість води у контрольному створі, розташованому вище точки скиду зворотних вод.

9.Згідно розпорядження Кабінету Міністрів України та відповідно до вимог індивідуального регламенту скиду, на період скиду, одночасно встановлюється багатоступеневий відомчій контроль підприємств (гірничорудні підприємства застосовують щоденну систему контролю за проведенням скиду надлишків зворотних вод) та контроль Державної екологічної інспекції Придніпровського округу, який діє згідно своєї програми.

Головною метою контролю за здійсненням скиду надлишків зворотних вод є забезпечення підприємств та органів державного контролю достатньо повною і достовірною інформацією, завдяки чому, можливо своєчасно відреагувати на зміни вмісту забруднюючих речовин у контрольних створах та вжити заходів, які спрямовані на недопущення надмірного шкідливого впливу на водний об'єкт.

В період виконання скиду надлишків зворотних вод контроль за дотриманням розрахункових норм якості води, здійснюється контролюючими органами шляхом порівняння виміряних показників із відповідними однойменними показниками визначеними в регламенті скиду, безпосередньо в контрольному створі нижче скиду зворотних вод та зони змішування.

10. На період проведення скиду, вміст забруднюючих речовин в контрольних створах нижче скиду не повинен перевищувати показників, наведених у табл. 12.1.

Таблиця 12.1

Максимальні показники вмісту забруднюючих речовин в контрольному створі нижче скиду (№ 7), за період скиду, мг/л.

Хлориди	Сульфати	Мінералізація	Азот амонійний	$БСК_5$	Нітрати	Нітрити	Завислі речовини
3500	900	7000	1,2	8,4	9,0	1,0	19,5

Продовження таблиці 13.1

Нафтопродукти	Залізо загальне	Феноли	Фосфати	Розчинний кисень	ХСК	pH
0,3	0,3	0,001	1,0	6,0	50,8	7,6-8,2

13. ВИСНОВКИ

Скид здійснюється виключно у міжвегетаційний період, коли на р. Інгулець, нижче скиду за течією, відсутні будь які водозабори та рекреація .

Початок скиду встановлено з урахуванням завершення вегетаційного сезону – на початку листопада, завершення скиду – 15 березня, що враховує початок проходження нерестового періоду. Окремо слід зазначити, що більш пізнє завершення скиду зі ставка-накопичувача шахтних вод і повне його звільнення від шахтної води до відміток мертвого об'єму дозволить змістити період його наповнення (ріст відміток), що у кінцевому результаті зменшить фільтраційні втрати і як наслідок – знизить негативний вплив на ділянку річки Інгулець, що межує з зоною впливу ставка-накопичувача.

Режим скиду встановлено на підставі розрахунків максимально допустимої витрати зворотної води з урахуванням гідрохімічних та гідрологічних характеристик водного об'єкту. Під час проведення скиду зворотних вод в р. Інгулець, у контрольному створі нижче скиду, вміст хлоридів не повинен перевищувати 3,5 г/л, при загальному рівні мінералізації води не більше 7,0 г/л.

Для виконання цих умов, регламентом передбачено впровадження попусків води з Карачунівського водосховища для розбавлення зворотних вод.

Загальна тривалість скиду зворотних вод з розбавленням водою з Карачунівського водосховища в залежності від початку скиду складатиме:

- 133 діб (з 03 листопада 2021 р. по 15 березня 2022р.), а обсяг подачі на розбавлення - **68,947** млн.$м^3$;

- 105 доби (з 01 грудня 2021 р. по 15 березня 2022р.), а обсяг подачі на розбавлення - **65,491** млн.$м^3$;

- 74 доби (з 01 січня по 15 березня 2022р.), а обсяг подачі на розбавлення - **62,208** млн.$м^3$.

Тривалість скиду з ставка - накопичувача шахтних вод в б. Свистунова відповідно складатиме:

- 130 діб (з 5 листопада 2021 р. по 14 березня 2022 р.), а обсяг скиду зворотних вод складе **10,02** млн.$м^3$);

- 102 доби (з 3 грудня 2021 р. по 14 березня 2022р.), а обсяг скиду зворотних вод складе **9,66** млн.$м^3$);

- 71 добу (з 3 січня 2022 р. по 14 березня 2022р.), а обсяг скиду зворотних вод складе **9,30** млн.$м^3$).

Аналізуючи в цілому даний регламент скиду та отримані результати розрахунків по контрольних створах слід відзначити, що у період проведення скиду, вміст забруднюючих речовин в контрольному створі нижче скиду не повинен перевищувати показників, приведених у табл. 12.1.

Після завершення скиду надлишків зворотних вод, з метою стабілізації гідрохімічного стану річки Інгулець, в березні – квітні має бути здійснена промивка русла річки (заміна забрудненої води на чисту) відповідно до спеціального регламенту промивки та згідно до спеціального регламенту виконати екологічного оздоровлення русла р. Інгулець в період вегетації. Ці заходи дадуть можливість у повному обсязі поновити водні ресурси р. Інгулець після скиду шахтних вод, значно покращити екологічний стан зазначеної річки на початку вегетаційного періоду, забезпечити забір води на зрошення та використання ділянки річки нижче греблі Карачунівського водосховища для рекреації протягом вегетаційного періоду.

14. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ РЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Водний кодекс України/https://urist-a.net/кодекси/водний_ко

2. Індивідуальний регламент періодичного скидання надли вод гірничорудних підприємств Кривбасу у міжвегетаційний пер рр. / ПАТ "Укрводпроект", НДУ "УкрНДІЕП", Київ, 2018.

3. Постанова КМУ від 13 грудня 2017 р. № 1091 "Про внесен яких постанов Кабінету Міністрів України з питань видачі дозволі водокористування" / http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1091-2017-п

4. Постанова КМУ від 11 вересня 1996 р. № 1100 "Про затвер ку розроблення нормативів граничнодопустимого скидання забру вин у водні об'єкти та перелік забруднюючих речовин, скидання об'єкти нормується" / http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1100-96-п

5. Постанова Кабінету Міністрів України № 465 від 25 березн затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення з дами».

6. Методичні рекомендації з розроблення нормативів граничн скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними во джена наказом міністерства захисту довкілля та природних ресурс 05.03.2021 р. № 173.

7. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, запод внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне водних ресурсів / https://studfiles.net/preview/5858166/

8. Яцик А.В. Малі річки України. / А.В. Яцик, Л. Б. Бишовець, та інш. – К.: Урожай, 1991. – 294 с.

9. Справочник по гидравлике / Под ред. В.А. Большакова. – 2-е и доп. – К.: Вища школа, 1984. – 343 с.

10. Методические основы оценки и регламентирования антроп яния на качество поверхностных вод / Под ред. А.В. Караушева. – теоиздат, 1987. – 285 С.

11. Черкинский С.Н. Санитарные условия спуска сточных вод Изд. 5-е перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1977. - 224 с.

12. Кресин В.С., Остроумов С.М. Прогнозирование качества вод стем с учетом точечных и диффузных источников и стоков воды // П рони навколишнього природного середовища та екологічної безпе праць / УКРНДІЕП. Харків: ВД "Райдер", 2008, Вип. XXX, с. 63 - 81.

14. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ТА ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Водний кодекс України/https://urist-a.net/кодекси/водний_кодекс_україни

2. Індивідуальний регламент періодичного скидання надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу у міжвегетаційний період 2020 - 2021 рр. / ПАТ "Укрводпроект", НДУ "УкрНДІЕП", Київ, 2018.

3. Постанова КМУ від 13 грудня 2017 р. № 1091 "Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України з питань видачі дозволів на спеціальне водокористування" / http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1091-2017-п

4. Постанова КМУ від 11 вересня 1996 р. № 1100 "Про затвердження Порядку розроблення нормативів граничнодопустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти та перелік забруднюючих речовин, скидання яких у водні об'єкти нормується" / http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1100-96-п

5. Постанова Кабінету Міністрів України № 465 від 25 березня 1999 р. «Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами».

6. Методичні рекомендації з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами. Затверджена наказом міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 05.03.2021 р. № 173,

7. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів / https://studfiles.net/preview/5858166/

8. Яцик А.В. Малі річки України. / А.В. Яцик, Л. Б. Бишовець, Є. О. Багатов та інш. – К.: Урожай, 1991. – 294 с.

9. Справочник по гидравлике / Под ред. В.А. Большакова. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1984. – 343 с.

10. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод / Под ред. А.В. Караушева. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 285 С.

11. Черкинский С.Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоемы / Изд. 5-е перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1977. - 224 с.

12. Кресин В.С., Остроумов С.М. Прогнозирование качества воды речных систем с учетом точечных и диффузных источников и стоков воды // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. праць / УКРНДІЕП. Харків: ВД "Райдер", 2008, Вип. XXX, с. 63 - 81.

13. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения: СанПиН № 4630-86. Приложение 2 / Минздрав СССР. – М., 1988. – 51 С.

14. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов / Минрыбхоз СССР. – М., 1990. – 44 С.

15. АТЗТ «Тяжпромавтоматика», м. Харьків. «Оцінка впливу на навколишнє середовище та смт. Широке ставка-накопичувача шахтних вод у б. Свистунова в разі аварійної ситуації з проривом його греблі», звіт №14пр-0710-07 на 68 стор., 2007р.

16. ДП «Державний інститут по проектуванню підприємств гірничорудної промисловості «Кривбаспроект» м. Кривий Ріг. «Оцінка розміру збитків держави в наслідок зупинки роботи шахт Кривбасу, затоплення рудних покладів та відпрацьованого підземного простору» звіт №18034-2301 на 42 стор., 2018р.

17. Звіт про НДР "Нормативно-правове та методологічне забезпечення розробки розділів Регламенту скиду надлишків зворотних вод з ставка-накопичувача у міжвегетаційний період 2018-2019 рр.", - Харків, УКРНДІЕП, 2018 р.

18. Звіт про НДР "Розроблення програмного забезпечення для прогнозування якості води у р. Інгулець в районі скиду шахтних вод ", - Харків, УКРНДІЕП, 2019 р.

19. Євтушенко М.Ю., Захаренко М.О., Шевченко П.Г. Оцінка впливу техногенних навантажень на екологічний стан водогосподарської системи річок Інгулець і Саксагань з урахуванням щорічного скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу. К.:НАНУ Національний аграрний університет. Інститут гідробіології. 2001р.

20. Ляшенко А.В.; Зоріна – Сахарова К.Є. та інші, Звіт №14/2018 «Оцінка впливу на довкілля в частині водних організмів для сучасної та альтернативної схеми акумуляції надлишків зворотних вод у ставку-накопичувачу «Балка Свистунова» та їх скиду в р. Інгулець. К. НАНУ Інститут гідробіології, 2018р.

21. Хільчевський В.К., Кравчинський Р.Л., Чунарьов О.В. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу. К.: Ніка-Центр, 2012. – 180с.

22. Гірничий енциклопедичний словник. За редакцією д.т.н. Білецького В.С. Донецьк. Східний видавничий дім 2001-2004рр. 1-3т.

23. НПП Юрисконсульт: коментар Водний Кодекс України (http://legalexpert.in.ua/)

24. Система інформаційно-правового забезпечення "Ліга: Закон".